

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)公開特許公報(A)

(11)公開番号  
特開2023-87845  
(P2023-87845A)

(43)公開日 令和5年6月26日(2023.6.26)

(51)国際特許分類		F I			テーマコード(参考)	
G 0 6 T	7/593(2017.01)	G 0 6 T	7/593		2 F 0 6 5	
H 0 4 N	23/45 (2023.01)	H 0 4 N	5/225	8 0 0	2 F 1 1 2	
H 0 4 N	23/60 (2023.01)	H 0 4 N	5/232		5 C 1 2 2	
G 0 1 B	11/00 (2006.01)	G 0 1 B	11/00	H	5 L 0 9 6	
G 0 1 C	3/06 (2006.01)	G 0 1 C	3/06	1 1 0 V		
		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2021-202355(P2021-202355)	(71)出願人	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
(22)出願日	令和3年12月14日(2021.12.14)	(74)代理人	100090273 弁理士 國分 孝悦
		(72)発明者	武本 和樹 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
		F ターム(参考)	2F065 AA04 AA06 BB05 DD03 FF05 FF61 JJ03 JJ05 JJ26 QQ31 2F112 AC03 AC06 BA06 CA12 FA35 5C122 DA13 EA67 FA18 FH11 HB01
			最終頁に続く

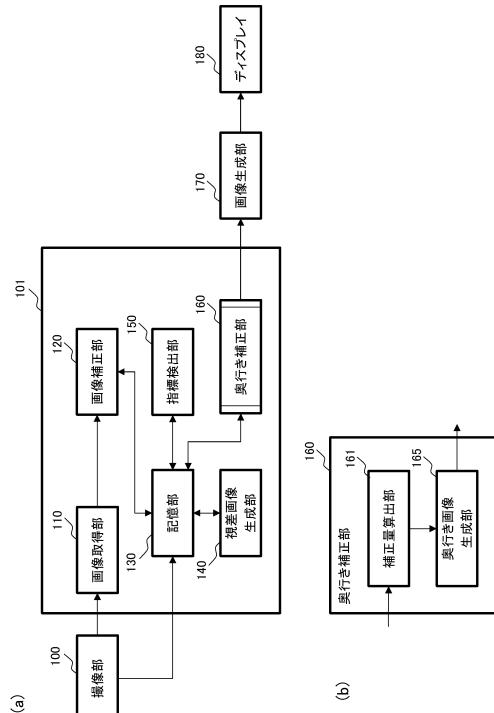
## (54)【発明の名称】 情報処理装置、方法及びプログラム

## (57)【要約】

【課題】複数の方向から撮影を行う撮像部で撮影を行うときに、精度の高い奥行き値が得られるようとする。

【解決手段】情報処理装置101は、複数の方向から撮影を行う撮像部100で撮影した画像を取得する画像取得部110と、画像取得部110で取得した前記画像に映る指標の情報を検出する指標検出部150と、指標検出部150で検出した前記指標の情報に基づいて、画像取得部110で取得した前記画像における視差又は前記視差から求められる奥行き値を補正する奥行き補正部160とを備える。

【選択図】図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

複数の方向から撮影を行う撮像部で撮影した画像を取得する画像取得手段と、前記画像取得手段で取得した前記画像に映る指標の情報を検出する指標検出手段と、前記指標検出手段で検出した前記指標の情報に基づいて、前記画像取得手段で取得した前記画像における視差又は前記視差から求められる奥行き値を補正する補正手段とを備えたことを特徴とする情報処理装置。

**【請求項 2】**

前記補正手段は、前記指標に関する指標情報を用いて、前記補正のための補正量を算出することを特徴とする請求項 1 に記載の情報処理装置。 10

**【請求項 3】**

前記指標情報には、前記指標に含まれる 2 つの点間の距離が含まれることを特徴とする請求項 2 に記載の情報処理装置。

**【請求項 4】**

前記指標情報には、前記指標の識別情報が含まれることを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載の情報処理装置。

**【請求項 5】**

前記画像取得手段で取得した前記画像に映る指標の状態に応じて、前記補正を実行するか否かを判定する判定手段を備えたことを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の情報処理装置。 20

**【請求項 6】**

前記撮像部と前記指標との相対的な静止状態に応じて、前記補正を実行するか否かを判定する判定手段を備えたことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の情報処理装置。

**【請求項 7】**

前記指標情報が、事前に用意されていることを特徴とする請求項 2 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の情報処理装置。

**【請求項 8】**

複数の方向から撮影を行う第一撮像部と、複数の方向から撮影を行うとともに、前記第一撮像部よりもカメラパラメータの時間変動が小さい第二撮像部とが互いに固定されており、 30

前記指標情報が、前記第二撮像部で撮影した画像から検出されることを特徴とする請求項 2 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の情報処理装置。

**【請求項 9】**

複数の方向から撮影を行う撮像部で撮影した画像を取得する画像取得ステップと、前記画像取得ステップで取得した前記画像に映る指標の情報を検出する指標検出ステップと、

前記指標検出ステップで検出した前記指標の情報に基づいて、前記画像取得ステップで取得した前記画像における視差又は前記視差から求められる奥行き値を補正する補正ステップとを有することを特徴とする情報処理方法。 40

**【請求項 10】**

複数の方向から撮影を行う撮像部で撮影した画像を取得する画像取得手段と、前記画像取得手段で取得した前記画像に映る指標の情報を検出する指標検出手段と、前記指標検出手段で検出した前記指標の情報に基づいて、前記画像取得手段で取得した前記画像における視差又は前記視差から求められる奥行き値を補正する補正手段としてコンピュータを機能させるためのプログラム。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、複数の方向から撮影を行う撮像部で撮影を行うときに利用して好適な情報処 50

理装置、方法及びプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、ステレオカメラで撮影したシーンの奥行きを計測することが行われているが、その際にカメラパラメータが変動することがあった。カメラパラメータには、ステレオカメラ間の相対位置姿勢等のカメラ外部パラメータや、各ステレオカメラにおける焦点距離や主点位置等のカメラ内部パラメータがある。カメラパラメータの変動の影響により、算出するシーンの奥行き値に誤差が発生し、精度の高い奥行き値が得られなくなるいという課題があった。

特許文献1には、ステレオ画像撮像装置の設置状態に起因して発生するずれを校正する技術が開示されている。 10

特許文献2には、移動体に搭載され、2つの撮像装置を使用して距離計測を行う距離計測システムに設定される該撮像装置の位置に関するパラメータを校正する技術が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2019-113434号公報

【特許文献2】特開2012-058188号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献1では、ステレオカメラのカメラパラメータの変動を、取得した各画素における視差（奥行き値の算出前の中間データ）の有効画素数を求め、校正が必要な場合はカメラパラメータを補正して再計算するようにしている。再計算によって有効画素数が増加するか否かを判定し、所定の閾値を超えるまでカメラパラメータを調整することで、動的に変動したカメラパラメータを補正している。

しかしながら、特許文献1では、有効画素数が所定の閾値を超えるまで繰り返し計算を行うことになり、再計算時は奥行き値の出力が停止してしまうという課題があった。

【0005】

特許文献2では、移動体に搭載されているステレオカメラで2地点において撮影を行い、視差と視差変化量から、撮像装置の位置に関するパラメータの補正值を算出するようにしている。

しかしながら、特許文献2では、2地点で撮影を行う必要があり、静止している状態では補正值を算出することができないという課題があった。

【0006】

本発明は上記のような点に鑑みてなされたものであり、複数の方向から撮影を行う撮像部で撮影を行うときに、精度の高い奥行き値が得られるようにすることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の情報処理装置は、複数の方向から撮影を行う撮像部で撮影した画像を取得する画像取得手段と、前記画像取得手段で取得した前記画像に映る指標の情報を検出する指標検出手段と、前記指標検出手段で検出した前記指標の情報に基づいて、前記画像取得手段で取得した前記画像における視差又は前記視差から求められる奥行き値を補正する補正手段とを備えたことを特徴とする。 40

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、複数の方向から撮影を行う撮像部で撮影を行うときに、精度の高い奥行き値が得られるようになる。

【図面の簡単な説明】

10

20

30

40

50

## 【 0 0 0 9 】

【図1】第1の実施形態に係る撮影システムの構成を説明するための図である。

【図2】第1の実施形態に係る情報処理装置が実行する処理を示すフローチャートである。

【図3】補正後カメラ画像に指標が映っている状態を示す図である。

【図4】カメラ座標系における3次元の点を説明するための図である。

【図5】奥行き補正值の算出処理を説明するための図である。

【図6】奥行き補正值及び奥行き値の例を示す特性図である。

【図7】本発明を適用した情報処理装置を実現するためのハードウェア構成例を示す図である

10

【図8】第2の実施形態に係る情報処理装置の奥行き補正部の機能構成を示す図である。

【図9】第2の実施形態における画像の表示例を示す図である。

【図10】第2の実施形態に係る情報処理装置が実行する処理を示すフローチャートである。

【図11】第3の実施形態に係る情報処理装置の奥行き補正部の機能構成を示す図である。

【図12】第3の実施形態における画像の表示例を示す図である。

【図13】第3の実施形態に係る情報処理装置が実行する処理を示すフローチャートである。

【図14】第4の実施形態に係る撮影システムの機能構成を示す図である。

20

## 【発明を実施するための形態】

## 【 0 0 1 0 】

以下、添付図面を参照して、本発明の好適な実施形態について説明する。

## &lt;第1の実施形態&gt;

図1は、第1の実施形態に係る撮影システムの構成を説明するための図であり、(a)が撮影システムの機能構成を示す図、(b)は情報処理装置101の奥行き補正部160の機能構成を示す図である。

図1(a)に示すように、撮影システムは、撮像部100と、情報処理装置101と、画像生成部170と、ディスプレイ180とを備える。なお、図1(a)に示す構成は一例であり、これに限定されるものではない。例えば撮像部100を情報処理装置101とは独立した撮像装置として構成してもよいし、撮像部100と情報処理装置101とを一体化した構成としてもよい。また、情報処理装置101の機能が複数の装置により実現されるようにしたり、情報処理装置101が画像生成部170を含んだりしてもよい。

30

## 【 0 0 1 1 】

撮像部100は、複数の方向から撮影を行う撮像部であり、例えばシーンを撮影する2台のカメラを固定したステレオカメラが使用される。なお、撮影するシーンが空間的に変動しない条件であれば、1台のカメラの位置姿勢を計測して、複数の方向から撮影を行った画像からステレオ計測する方式でも本発明は適用可能である。

## 【 0 0 1 2 】

情報処理装置101は、画像取得部110と、画像補正部120と、記憶部130と、視差画像生成部140と、指標検出部150と、奥行き補正部160とを備える。

画像取得部110は、撮像部100で撮影した画像を取得して、取得した画像を画像補正部120に出力する。画像取得部110が、本発明でいう画像取得手段の例である。

画像補正部120は、画像取得部110で取得した画像に対して、補正処理として、レンズ歪み補正や、ステレオカメラ画像の高速処理を行うためのレクティフィケーションを実施する。画像補正部120は、補正処理に必要なカメラパラメータを記憶部130から読み出す。レンズ歪み補正やレクティフィケーションは、特許文献1や特許文献2に記載の方法、その他の公知技術を利用すればよい。画像補正部120は、補正処理した画像(本実施形態では補正後カメラ画像と呼ぶ。)を記憶部130に格納する。

## 【 0 0 1 3 】

50

記憶部 130 は、各種情報を格納し、管理するためのモジュールである。記憶部 130 は、例えば以下の情報を格納する。

- ・補正後カメラ画像（2眼ステレオカメラの場合は左右画像）
- ・カメラパラメータ（ステレオカメラ間の相対位置姿勢等のカメラ外部パラメータ、各ステレオカメラにおける焦点距離や主点位置等のカメラ内部パラメータ）
- ・視差画像生成部 140 で生成した視差画像
- ・指標情報（指標の識別情報である ID、矩形領域の辺の長さ等の、ユーザが事前に入力した情報）
- ・指標検出部 150 で検出した指標検出情報（指標の ID、指標ごとの矩形領域の頂点の座標値 < X 値、Y 値 >）
- ・過去の指標検出情報（例えば過去 10 フレーム分の指標検出情報）

カメラパラメータについて、記憶部 130 は、初期化時に読み込まれる撮像部 100 に格納されているカメラパラメータを格納する。撮像部 100 にカメラパラメータが存在しない場合、事前に撮像部 100 でカメラ校正のためのキャリブレーションパターンを撮影して、画像データからカメラパラメータを算出するようにしてもよい。

なお、記憶部 130 が格納する情報は、上記のようなデータ構造を持つことに限定されるものではなく、各ブロックにおける処理を行うために必要な情報が格納されなければよい。

#### 【 0014 】

視差画像生成部 140 は、記憶部 130 に格納されている補正後カメラ画像及びカメラパラメータに基づいて、補正後カメラ画像における視差を算出して視差画像を生成する。視差画像の生成は、特許文献 1 や特許文献 2 に記載されているように、ステレオカメラで取得した画像同士をブロックごとにマッチングしてピクセルごとの視差を求める方法（Sum of Absolute Difference 法等）を利用すればよい。視差画像生成部 140 は、生成した視差画像を記憶部 130 に格納する。

#### 【 0015 】

指標検出部 150 は、記憶部 130 に格納されている補正後カメラ画像に映る指標の情報（本実施形態では指標検出情報と呼ぶ。）を検出して、記憶部 130 に格納する。指標検出部 150 が、本発明でいう指標検出手段の例である。

指標としては、図 3 に示すように、正方形も含む矩形領域を有するマーカーが使用される。指標の検出には、ArUco 等の ID を持つ矩形のマーカー検出処理を利用すればよい。具体的には、補正後カメラ画像から矩形領域を検出し、矩形領域内に配置されているビットパターンをホモグラフィ変換して識別して、ID 及び矩形領域の 4 頂点の座標値を出力する。図 3 を参照して、指標の検出処理の例を説明する。補正後カメラ画像である左右画像 151L、151R に指標 300 が映っており、指標検出部 150 は、指標 300 の矩形領域の 4 頂点の座標値を特定する。具体的には、指標検出部 150 は、左画像 151L で検出された指標 300 の矩形領域の 4 頂点 310A ~ 310D の座標値 < X 値、Y 値 > を特定する。また、指標検出部 150 は、右画像 151R で検出された指標 300 の矩形領域の 4 頂点 310E ~ 310H の座標値 < X 値、Y 値 > を特定する。そして、指標検出部 150 は、4 頂点 310A ~ 310D の座標値及び 4 頂点 310E ~ 310H の座標値を記憶部 130 に格納する。

指標検出部 150 は、画像取得部 110 で一定間隔で取得され、画像補正部 120 で補正された補正後カメラ画像に指標が映っているか否かを逐次判定する。そして、指標検出部 150 は、補正後カメラ画像に指標が映っていた場合、指標検出情報を記憶部 130 に出力して、現在のフレームにおける指標検出情報を更新する。なお、補正後カメラ画像に指標が映っていない場合、指標検出情報として指標がないということを示す情報を出力する。同フレームで指標が複数検出された場合、検出した指標の ID ごとに矩形領域の 4 頂点の座標値を紐づけて記憶部 130 に格納する。

#### 【 0016 】

奥行き補正部 160 は、記憶部 130 に格納されている視差画像を読み出し、視差画像

10

20

30

40

50

から求められる奥行き値を補正する。図1(b)に示すように、奥行き補正部160は、補正量算出部161と、奥行き画像生成部165とを備える。奥行き補正部160が、本発明でいう補正手段の例である。

#### 【0017】

補正量算出部161は、奥行き値の補正のための補正量を算出する。図3乃至図5を参照して、補正量算出部161の処理を説明する。

まず、補正量算出部161は、記憶部130に格納されている指標検出情報を参照して、補正後カメラ画像における指標300の矩形領域の頂点の座標値を取得する。図3に示すような左右画像151L、151Rが取得されている場合、奥行き補正部160は、左右画像151L、151Rにおいて、同一のIDを持つ指標300の矩形領域の頂点310A～310D、310E～310Hを対応付ける。具体的には、左画像151Lにおける頂点310Aと、右画像151Rにおける頂点310Eとが3次元空間では同一の点であるとして対応付ける。同様に、左画像151Lにおける頂点310Dと、右画像151Rにおける頂点310Hとが3次元空間では同一の点であるとして対応付ける。ここでは、説明を簡略化するため、頂点310A、310Dに絞って説明する。同フレームで指標が複数検出された場合、指標ごとに対応付けを行う。

#### 【0018】

左右画像151L、151Rで対応する点(図3の頂点310Aと頂点310E、頂点310Dと頂点310H)の対応付けができると、図4に示すように、公知の三角測量の計算方法により、カメラ座標系における3次元の点410A、410Dを算出することができる。カメラ座標系は、カメラ基準とする座標系であり、撮像部100に対する奥行き方向をZ方向とする。補正量算出部161は、点410A、410D間の距離(点410A、410Dを結ぶ線分510の長さ)を求める。

また、補正量算出部161は、記憶部130に格納されている指標情報を参照して、対応するIDを持つ指標の矩形領域の辺の長さを取得する。

また、補正量算出部161は、図5に示すように、カメラ座標系において、カメラ原点Oから点410A、410Dを通るそれぞれの直線540、550を設定し、点410A、410Dを結ぶ線分510の長さを設定する。

次に、補正量算出部161は、カメラパラメータに誤差が生じていない場合に出力される3次元の点500A、500Dを推定する。3次元の点500A、500Dは、以下の条件を満たすように求める。

- (1) 点500Aは直線540上にある。
- (2) 点500Dは直線550上にある。
- (3) 点500A、500Dを結ぶ線分520の傾きは、線分510の傾きと同じである。
- (4) 点500A、500D間の距離(点500A、500Dを結ぶ線分520の長さ)が、指標情報の辺の長さと同じである。

そして、補正量算出部161は、例えば点500Aと点410AのZ値の差分530を、奥行き値の補正のための補正量(本実施形態では奥行き補正值と呼ぶ。)として設定する。このように指標情報を用いて、そこに含まれる既知の辺の長さを正解値として、奥行き補正值を算出する。

#### 【0019】

奥行き画像生成部165は、記憶部130に格納されている視差画像から各ピクセルに対する奥行き値を算出し、この奥行き値に、補正量算出部161で算出した奥行き補正值を加算する。そして、奥行き画像生成部165は、奥行き値を補正した奥行き画像を生成して、画像生成部170に出力する。このように撮像部100で撮影した画像を、奥行き値を補正した奥行き画像としてディスプレイ180に表示することができる。

#### 【0020】

奥行き補正部160の処理は、画像取得部110で取得する画像が更新され、視差画像が生成された直後に実行してもよいし、一定のインターバルを設けて実行してもよい。例

10

20

30

40

50

えば 10 フレームの視差画像が生成されるたびに、奥行き補正值を算出するようにしてよい。図 6 を参照して、一定のインターバルで奥行き補正值を算出する場合の時系列変化を説明する。図 6 (a) は、横軸が時間  $t$ 、縦軸が奥行き補正值  $f$  を示す。時間  $t_0$  から時間  $t_1$  のインターバルで奥行き補正值  $f_{01}$  を算出し、以降、一定のインターバルで奥行き補正值  $f_{02}, f_{03}, \dots$  を算出する。図 6 (b) は、横軸が時間  $t$ 、縦軸が奥行き値  $d$  を示す。点線  $d_{50}$  が補正していない奥行き値を示し、実線  $d_{55}$  が補正した奥行き値を示す。図 6 (b) に示すように、奥行き補正值  $f$  が更新されると、奥行き値に奥行き補正值  $f$  が加算されて、後続するフレームでも同じ奥行き補正值  $f$  が反映される。

なお、更新された奥行き補正值  $f$  をそのまま反映させるのではなく、奥行き補正值  $f$  に重みを設けるようにしてもよい。図 6 (c) は、横軸が時間  $t$ 、縦軸が奥行き値  $d$  を示す。図 6 (c) に示すように、時間経過に応じて重みを増加させるようにして、補正した奥行き値の変化が滑らかになるように制御してもよい。

#### 【0021】

次に、図 2 を参照して、情報処理装置 101 が実行する処理を説明する。図 2 (a) は、情報処理装置 101 が実行する処理を示すフローチャートである。なお、各部が実行する処理の詳細は既述したとおりであり、以下に述べる各ステップでは重複する説明を省略する。

ステップ S200 で、情報処理装置 101 は、撮像部 100 からカメラパラメータを取得して、記憶部 130 に格納する。なお、撮像部 100 からカメラパラメータを取得することに限定されるものではなく、事前にカメラパラメータを校正した結果を記憶部 130 に格納するようにしてもよい。

#### 【0022】

ステップ S210 で、画像取得部 110 は、撮像部 100 で撮影した画像を取得する。

ステップ S220 で、画像補正部 120 は、ステップ S210 で取得した画像に対して、記憶部 130 に格納されているカメラパラメータを使用して補正処理を行い、補正後カメラ画像を記憶部 130 に格納する。

ステップ S230 で、視差画像生成部 140 は、記憶部 130 に格納されている補正後カメラ画像及びカメラパラメータに基づいて、補正後カメラ画像における視差を算出して視差画像を生成して、視差画像を記憶部 130 に格納する。

ステップ S240 で、指標検出部 150 は、記憶部 130 に格納されている補正後カメラ画像に映る指標の指標検出情報を検出して、記憶部 130 に格納する。

#### 【0023】

ステップ S250 で、奥行き補正部 160 は、奥行き補正処理を実行する。ステップ S250 の奥行き補正処理の詳細は、図 2 (b) を用いて後述する。

ステップ S260 で、情報処理装置 101 は、終了条件を満たすか否かを判定する。例えばユーザから終了指示が入力された場合、終了条件を満たすと判定する。終了条件を満たす場合、本フローチャートを終了する。終了条件を満たさない場合、処理をステップ S210 に戻す。

#### 【0024】

図 2 (b) は、ステップ S250 の奥行き補正処理の詳細を示すフローチャートである。

ステップ S251 で、奥行き補正部 160 は、奥行き補正処理に必要な情報として、記憶部 130 からカメラパラメータ、視差画像、指標検出情報、指標情報を取得する。

ステップ S253 で、奥行き補正部 160 は、ステップ S251 で取得した情報に基づいて、上述したように奥行き補正值を算出する。

ステップ S255 で、奥行き補正部 160 は、ステップ S253 で算出した奥行き補正值を用いて奥行き値を補正して、奥行き画像を生成する。

#### 【0025】

以上述べたように、撮像部 100 で撮影した画像に映る指標の指標検出情報に基づいて、奥行き値を補正する。これにより、シーンの奥行きを計測するときにカメラパラメータ

が変動するこ<sup>10</sup>とが<sup>20</sup>あっても、指標を捉えるこ<sup>30</sup>とが<sup>40</sup>できれば、その時点で奥行き値の補正が行われ、連続した計測でも再現精度の高い奥行き値が得られるようになる。

また、カメラ座標系における3次元の点500A、500Dを1回で算出するこ<sup>10</sup>とが<sup>20</sup>でき、特許文献1のよう<sup>30</sup>に繰り返し補正計算を行<sup>40</sup>う必要がない。画像1フレームの更新時間内で補正計算を完了するこ<sup>10</sup>とが<sup>20</sup>可能であり、補正処理によって奥行き値の出力が停止してしま<sup>30</sup>うこ<sup>40</sup>とがない。

また、特許文献2のよう<sup>10</sup>に、移動体であるこ<sup>20</sup>とを前提とするものではなく、静止しても奥行き補正を実行するこ<sup>30</sup>とができる。また、特許文献2のよう<sup>40</sup>に、2地点で撮影した画像を用いる必要はなく、1地点で撮影した画像から奥行き補正值を求めるこ<sup>10</sup>とができる。したがって、本発明は、固定視点のステレオカメラにも適用するこ<sup>20</sup>とができる。

また、事前に用意する指標情報として指標の3次元位置を要求しないので、指標を空間に固定する必要はなく、観察する空間で指標が動いていてもよい。例えばユーザが奥行き値を補正したいタイミングで、手に持った指標を撮像部100で撮影するだけで奥行き補正が完了する。したがって、奥行き補正のための構成を簡素化するこ<sup>10</sup>とができる、また、メンテナンスの知識が不要になり、メンテナンスコストの低減に寄与する。

#### 【0026】

なお、本実施形態では、矩形領域において隣り合う頂点310A、310D（頂点310E、310H）の情報から奥行き補正值を求める例を述べたが、これに限定されるものではない。例えば矩形領域の4頂点のうちの任意の2頂点を選択するようにしてもよい。また、矩形領域の4頂点から選択した複数の組み合わせの2頂点間の距離を使用して奥行き補正值を求めるようにしてもよい。この場合、複数の奥行き補正值が求められるが、例えばその平均値を使用するようにすればよい。

また、2頂点を選択する場合、補正後カメラ画像151L又は151R上での2頂点間の距離が長いものを選択するのが好ましい。画像上での2頂点間の距離が短いと、頂点の情報を特定するときに使用する直線フィッティングの処理でサンプリング誤差が発生し、推定する頂点に誤りを含む傾向が多いからである。

#### 【0027】

また、本実施形態では、奥行き補正值を算出して奥行き値を補正する例を説明したが、奥行き値を求めるための視差を補正するようにしてもよい。この場合、補正した視差から奥行き値を求めるべばよく、奥行き値を補正する必要はない。視差の補正は、Z値の差分530から求められる視差値の差分を算出し、視差値に加算すればよい。

#### 【0028】

図7は、本発明を適用した情報処理装置を実現するためのハードウェア構成例を示す図である。CPU701は、RAM707やROM702に格納されているコンピュータプログラムやデータを使ってコンピュータ全体の制御を行う。また、CPU701は、それと共に以下の各実施形態で情報処理装置が行うものとして説明する各処理を実行する。RAM707は、外部記憶装置706や記憶媒体ドライブ705からロードされたコンピュータプログラムやデータを一時的に記憶する。また、RAM707は、外部から受信したデータを一時的に記憶するためのエリアを有する。更に、RAM707は、CPU701が各処理を実行する際に用いるワークエリアも有する。すなわち、RAM707は、各種エリアを適宜提供するこ<sup>10</sup>とができる。また、ROM702には、コンピュータの設定データやブートプログラム等が格納される。キーボード709、マウス708は、入力装置の一例であり、ユーザが操作することで各種の指示をCPU701に対して入力するこ<sup>20</sup>とができる。表示部704は、CRTや液晶画面等により構成されており、CPU701による処理結果を画像や文字等で表示する。例えば表示部704には、撮像部100によって撮像された画像を表示するこ<sup>30</sup>とができる。外部記憶装置706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。外部記憶装置706には、OS（オペレーティングシステム）や、情報処理装置が行う各処理をCPU701に実行させるためのプログラムやデータが格納される。外部記憶装置706に保存されているコンピュータプログラムやデータは、CPU701による制御に従って適宜RAM707にロードされる。

。CPU 701 はこのロードされたプログラムやデータを用いて処理を実行することで、本発明を適用した情報処理装置の機能が実現される。記憶媒体ドライブ 705 は、CD-ROM や DVD-ROM 等の記憶媒体に記録されたプログラムやデータを読み出したり、記憶媒体にコンピュータプログラムやデータを書き込んだりする。なお、外部記憶装置 706 に保存されているものとして説明したプログラムやデータの一部若しくは全部をこの記憶媒体に記録してもよい。記憶媒体ドライブ 705 が記憶媒体から読み出したコンピュータプログラムやデータは、外部記憶装置 706 や RAM 707 に対して出力される。インターフェース (I/F) 703 は、撮像部 100 を接続するためのアナログビデオポート又は IEEE1394 等のデジタル入出力ポートにより構成される。I/F 703 を介して受信したデータは、RAM 707 や外部記憶装置 706 に入力される。バス 710 は、上述の各構成部をバス信号によって繋げる。

#### 【0029】

##### <第2の実施形態>

第2の実施形態では、撮像部 100 で撮影した画像に映る指標の状態に応じて、奥行き値の補正を実行するか否かを判定するようにした例を説明する。なお、撮影システムの基本的な構成や処理動作は第1の実施形態と同様であり、以下では、第1の実施形態と共通する説明は省略し、第1の実施形態との相違点を中心説明する。

奥行き値を補正する際に、指標を撮像部 100 に正対させて撮影する方が、指標の交点検出の精度が高くなる。指標の矩形領域の隣接する2辺（縦辺と横辺）の長さに差があると、矩形領域を検出する際に処理する直線フィッティングのサンプリング数が均等でなくなり、頂点の検出のバラつきが生じることがある。そこで、指標を撮像部 100 に正対させて撮影することにより、矩形領域の隣接する2辺の長さにできるだけ差が出ないようにして、頂点の検出のバラつきを低減させる。

#### 【0030】

図8に、第2の実施形態に係る情報処理装置 101 の奥行き補正部 160 の機能構成を示す。第2の実施形態では、奥行き補正部 160 が、指標状態判定部 810 と、補正量算出部 161 と、奥行き画像生成部 165 とを備える。指標状態判定部 810 は、撮像部 100 で撮影した画像に映る指標の状態に応じて、奥行き値の補正を実行するか否かを判定する。

#### 【0031】

次に、図2(a)及び図10を参照して、情報処理装置 101 が実行する処理を説明する。なお、図2(a)のフローチャートは共通であり、本実施形態では、第1の実施形態と比べて、ステップ S250 の奥行き補正処理を変更している。図10は、ステップ S250 の奥行き補正の詳細を示すフローチャートである。

ステップ S1010 で、指標状態判定部 810 は、補正後カメラ画像における着目するIDを持つ指標の矩形領域の4頂点の座標値を取得する。そして、指標状態判定部 810 は、取得した4頂点の座標値から矩形領域の4辺の長さを算出して、隣接する2辺の長さの差を算出する。

#### 【0032】

ステップ S1020 で、指標状態判定部 810 は、ステップ S1010 で算出した隣接する2辺の長さの差が所定の閾値以下であるか否かを判定する。すなわち、隣接する2辺の長さにできるだけ差が出ないようにして、頂点の検出のバラつきが抑えられている状態であるか否かを判定する。指標状態判定部 810 は、所定の閾値以下であると判定した場合、処理をステップ S251 に移す。一方、指標状態判定部 810 は、所定の閾値を超えていると判定した場合、処理をステップ S1030 に移す。

#### 【0033】

ステップ S1030 で、指標状態判定部 810 は、記憶部 130 に格納されている補正後カメラ画像を取得し、指標を正対させることを促す通知メッセージと、画像上での適切な指標の位置を表すガイド枠とを合成する。

ステップ S1040 で、情報処理装置 101 は、ステップ S1030 で通知メッセージ

10

20

30

40

50

及びガイド枠を合成した補正後カメラ画像を画像生成部 170 に出力する。これにより、図 9 に示すように、撮像部 100 で撮影した画像に、通知メッセージ 900 及びガイド枠 910 を合成してディスプレイ 180 に表示することができる。

#### 【0034】

以上述べたように、撮像部 100 で撮影した画像に映る指標の状態が好ましい場合に奥行き値の補正を実行するようにし、矩形領域の頂点の検出のバラつきを低減させて、奥行き計測の精度が低下するのを防ぐことができる。

#### 【0035】

##### <第3の実施形態>

第3の実施形態では、撮像部 100 と指標との相対的な静止状態に応じて、奥行き値の補正を実行するか否かを判定するようにした例を説明する。なお、撮影システムの基本的な構成や処理動作は第1の実施形態と同様であり、以下では、第1の実施形態と共通する説明は省略し、第1の実施形態との相違点を中心に説明する。

第3の実施形態では、指標の矩形領域の頂点を検出するために、撮像部 100 と指標との相対的な静止状態を判定し、静止状態にあるときの補正後カメラ画像から複数フレームに亘る同一の頂点の座標値の中央値を、当該頂点の座標値として使用する。

#### 【0036】

図 11 に、第3の実施形態に係る情報処理装置 101 の奥行き補正部 160 の機能構成を示す。第3の実施形態では、奥行き補正部 160 が、静止状態判定部 1110 と、補正量算出部 161 と、奥行き画像生成部 165 とを備える。静止状態判定部 1110 は、撮像部 100 と指標との相対的な静止状態に応じて、奥行き値の補正を実行するか否かを判定する。

#### 【0037】

次に、図 2 (a) 及び図 13 を参照して、情報処理装置 101 が実行する処理を説明する。なお、図 2 (a) のフローチャートは共通であり、本実施形態では、第1の実施形態と比べて、ステップ S250 の奥行き補正処理を変更している。図 13 は、ステップ S250 の奥行き補正の詳細を示すフローチャートである。

ステップ S1310 で、静止状態判定部 1110 は、撮像部 100 と指標との相対的な静止状態を判定する。具体的には、静止状態判定部 1110 は、記憶部 130 に格納されている過去の指標検出情報を取得し、着目する ID を持つ指標の矩形領域の 2 頂点の各フレームでの座標値を取得する。そして、静止状態判定部 1110 は、2 頂点のフレーム間における移動量を算出する。1 頂点における各フレームにおける移動量は、X 座標、Y 座標のフレーム間の微分値を算出することで求められ、全フレームで所定の閾値を超えていれば、移動していると判定する。

#### 【0038】

ステップ S1320 で、静止状態判定部 1110 は、ステップ S1310 で静止状態にあると判定した場合、処理をステップ S1325 に移す。一方、静止状態判定部 1110 は、静止状態ないと判定した場合、処理をステップ S1330 に移す。

#### 【0039】

ステップ S1325 で、静止状態判定部 1110 は、ステップ S251 で記憶部 130 から取得する指標検出情報の座標値を、過去の指標検出情報の着目する 2 頂点の複数フレーム間での座標値の中央値を使用するように変更する。

#### 【0040】

ステップ S1330 で、静止状態判定部 1110 は、記憶部 130 に格納されている補正後カメラ画像を取得し、静止状態にすることを促す通知メッセージを合成する。

ステップ S1340 では、情報処理装置 101 は、ステップ S1330 で通知メッセージを合成した補正後カメラ画像を画像生成部 170 に出力する。これにより、図 12 に示すように、撮像部 100 で撮影した画像に、通知メッセージ 1200 を合成してディスプレイ 180 に表示することができる。

#### 【0041】

10

20

30

40

50

以上述べたように、撮像部 100 と指標とが相対的な静止状態にあるときに奥行き補正を実行するようにし、矩形領域の頂点の検出精度が高い状態で奥行き補正を実行することができる。

なお、本実施形態では第 1 の実施形態をベースにして説明したが、第 2 の実施形態を組み合わせてもよい。この場合、ステップ S1010、S1020 の正対判定を行い、正対していると判定された場合、ステップ S1310 の静止状態判定を行うようにすればよい。また、それぞれの判定でOKにならない場合、各判定に対応した通知メッセージを表示(S1030 / S1330)すればよい。

#### 【0042】

##### <第4の実施形態>

第4の実施形態では、複数の方向から撮影を行う第一撮像部と、複数の方向から撮影を行うとともに、第一撮像部よりもカメラパラメータの時間変動が小さい第二撮像部とが互いに固定されており、指標情報が、第二撮像部で撮影した画像から検出されるようにした例を説明する。なお、撮影システムの基本的な構成や処理動作は第1の実施形態と同様であり、以下では、第1の実施形態と共通する説明は省略し、第1の実施形態との相違点を中心に説明する。

#### 【0043】

図14は、第4の実施形態に係る撮影システムの機能構成を示す図である。撮影システムは、第一撮像部である撮像部100と、第二撮像部1400と、情報処理装置101と、画像生成部170と、ディスプレイ180とを備え、撮像部100と第二撮像部1400とが相互に固定されている。

ここで、カメラパラメータが時間変動する要因として、受像センサとレンズの相対的な位置姿勢が温度や衝撃等によって微小に変動することが考えられる。特に受像センサの面積自体が小さく、レンズの面積も小さいカメラは、受像センサの1ピクセルに対するレンズの変化量の影響を受けやすく、カメラパラメータの時間変動が大きくなる。一方で、同じ画素数の受像センサでも面積が広く、レンズの面積も広い場合は、微小な変動の影響を受けにくく、カメラパラメータの時間変動が小さい。

本実施形態では、第二撮像部1400が大型の受像センサ及びレンズから構成されており、撮像部100と比較してカメラパラメータの時間変動が小さいものになっている。例えば、撮像部100は、ユーザに映像を提示するための小型のカラーカメラとする。また、第二撮像部1400は、撮像部100の位置姿勢をSLAM (Simultaneous Localization and Mapping) で推定するグレースケールカメラとする。第二撮像部1400は、暗所でも安定して位置姿勢を推定するために、受像センサの面積が大きくなっている。カメラパラメータの時間による変動が小さい。撮像部100と第二撮像部1400は互いに固定されて配置され、ユーザの頭部等に装着して頭部の位置姿勢を計測しながら、撮像部100の映像にCG画像を合成表示するAR (Augmented Reality) を実現するためのデバイスを想定する。

情報処理装置101の画像取得部110、画像補正部120、記憶部130、指標検出部150では、第二撮像部1400で撮影した画像を、撮像部100で撮影した画像と同様に処理するものとする。各ブロックは、撮像部100と第二撮像部1400を並列に処理できるようになっていてもよいし、時分割で順に処理するような構成でもよい。

#### 【0044】

本実施形態では、第1の実施形態と比較して、記憶部130に格納する情報が以下の点で異なる。

##### 記憶部130に追加される情報：

- ・第二撮像部1400の補正後カメラ画像（2眼ステレオカメラの場合は左右画像）
- ・第二撮像部1400のカメラパラメータ（ステレオカメラ間の相対位置姿勢等のカメラ外部パラメータ、各ステレオカメラにおける焦点距離や主点位置等のカメラ内部パラメータ）
- ・第二撮像部1400の補正後カメラ画像から指標検出部150で検出した指標検出情

10

20

30

40

50

報（指標のID、指標ごとの矩形領域の頂点の座標値<X値、Y値>）

・第二撮像部1400の補正後カメラ画像から検出した過去の指標検出情報（例えば過去10フレーム分の指標検出情報）

【0045】

第1の実施形態から変更される記憶部130の情報：

・指標情報（指標の識別情報であるID、矩形領域の辺の長さ等の、第二撮像部1400の補正後カメラ画像から検出した指標検出情報に基づいて生成される情報）

【0046】

このように、指標情報が第二撮像部1400の指標検出情報に基づいて生成されるので、ユーザが入力する等して指標情報を事前に用意しておく必要がないというメリットがある。

また、第二撮像部1400の指標検出情報を、奥行き補正部160で奥行き補正值を求めるときの正解値（矩形領域の辺の長さ）として使用するということを示している。

なお、奥行き補正部160での奥行き補正值の算出処理は、第二撮像部1400の指標検出情報から生成した指標情報を参照すること以外は、第1の実施形態と同じ処理で実現することができる。

また、情報処理装置101が実行する処理についても、第1の実施形態と同じ処理を行うので、その説明を省略する。

以上述べたように、指標情報を事前に用意しなくても、カメラパラメータの時間変動が小さい撮像部から得られたものを正解値として、奥行き補正值を算出することができる。

【0047】

以上、本発明を実施形態と共に説明したが、上記実施形態は本発明を実施するにあたっての具体化の例を示したものに過ぎず、これらによって本発明の技術的範囲が限定的に解釈されなければならないものである。すなわち、本発明はその技術思想、又はその主要な特徴から逸脱することなく、様々な形で実施することができる。

（その他の実施形態）

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ー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】

【0048】

100：撮像部、101：情報処理装置、110：画像取得部、120：画像補正部、130：記憶部、140：視差画像生成部、150：指標検出部、160：奥行き補正部、161：補正量算出部、165：奥行き画像生成部、810：指標状態判定部、1110：静止状態判定部、1400：第二撮像部

10

20

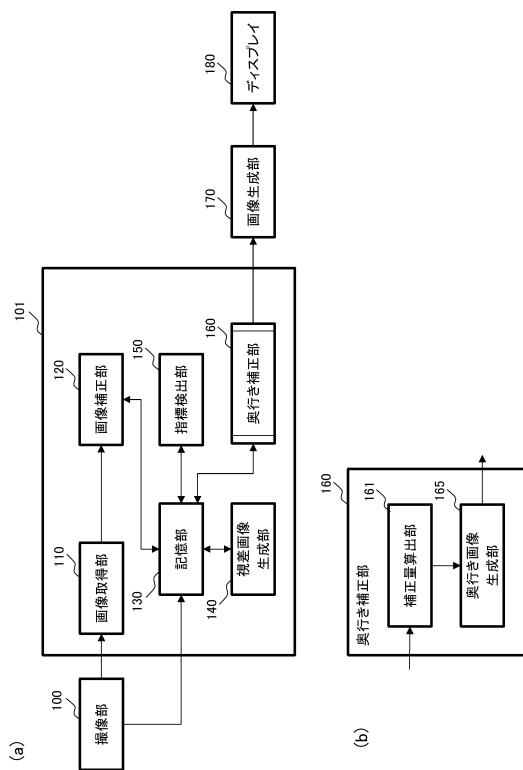
30

40

50

【図面】

【図1】



10

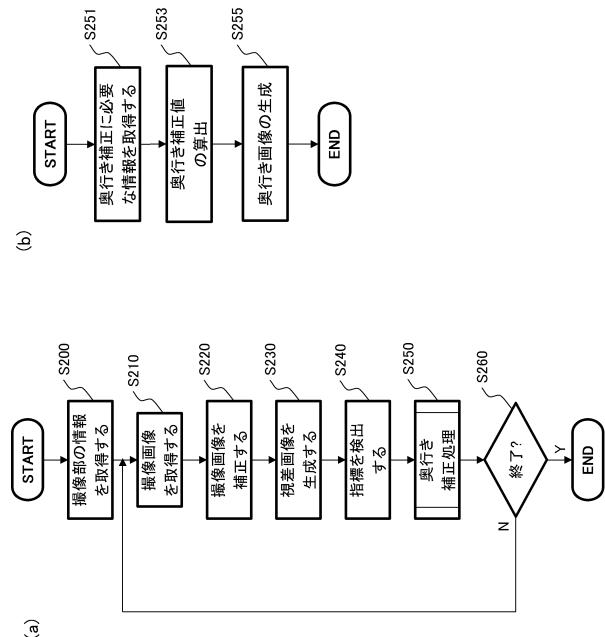
20

30

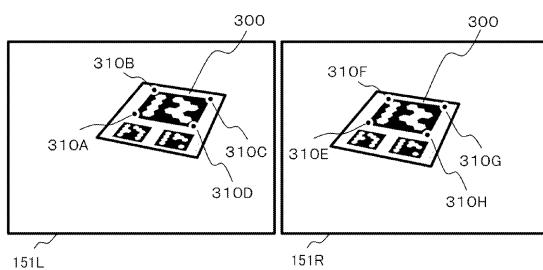
40

50

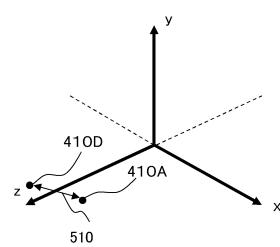
【図2】



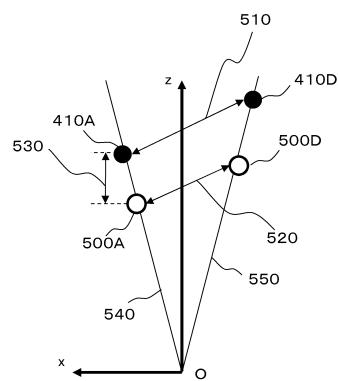
【図3】



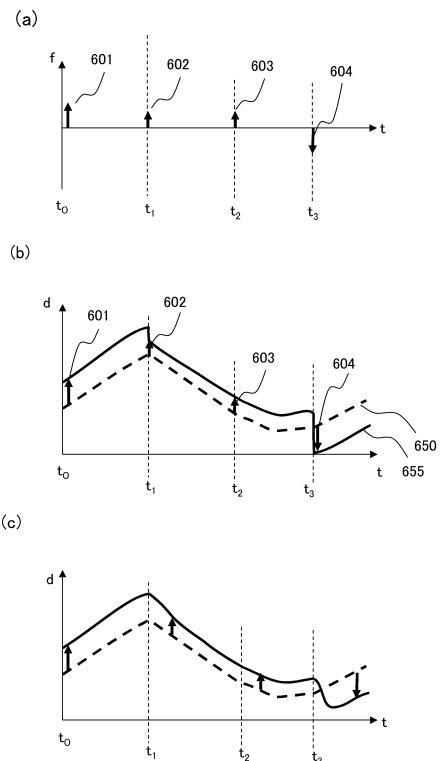
【図4】



【図5】



【図6】



10

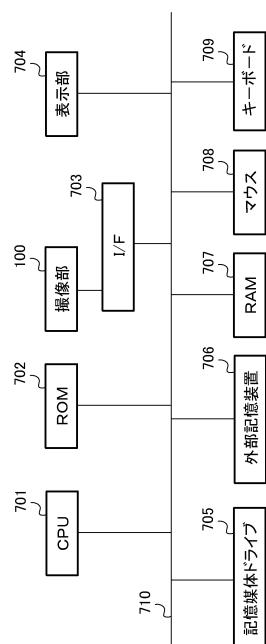
20

30

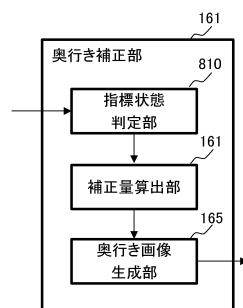
40

50

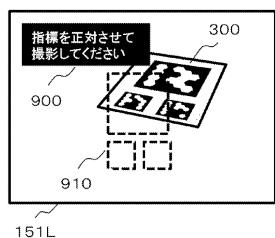
【図7】



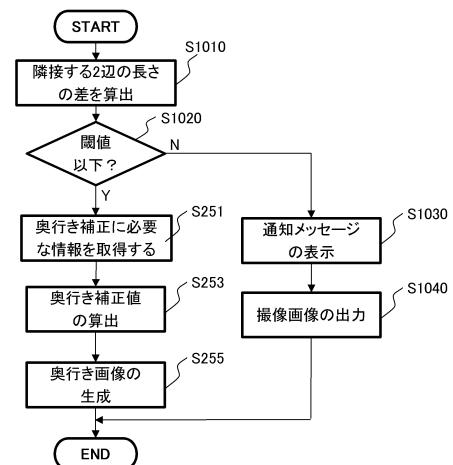
【図8】



【図9】



【図10】



10

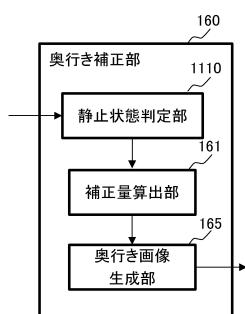
20

30

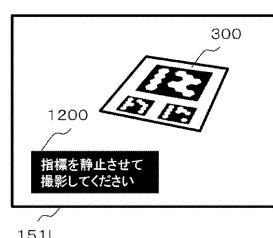
40

50

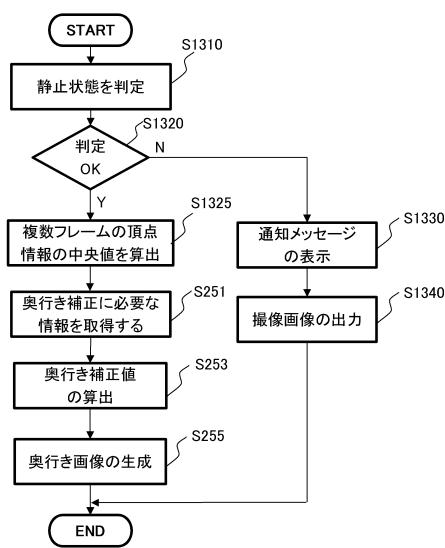
【図11】



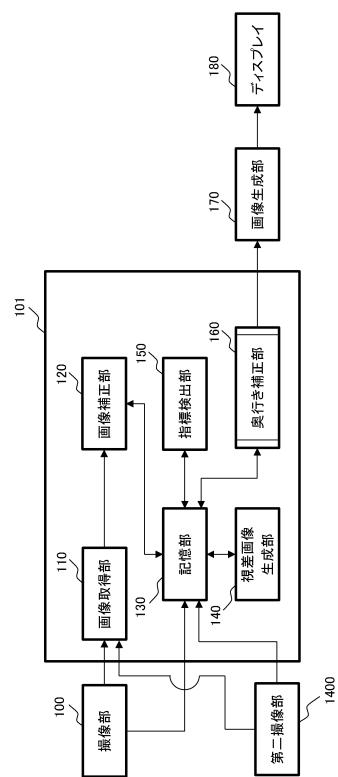
【図12】



【図13】



【図14】



10

20

30

40

50

---

フロントページの続き

F ターム (参考) 5L096 CA05 DA02 FA09 FA66 GA08