

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6789624号
(P6789624)

(45) 発行日 令和2年11月25日 (2020.11.25)

(24) 登録日 令和2年11月6日 (2020.11.6)

(51) Int.Cl.	F I
G O 1 B 11/00 (2006.01)	G O 1 B 11/00 H
G O 6 T 1/00 (2006.01)	G O 6 T 1/00 2 O O D
H O 4 N 5/232 (2006.01)	H O 4 N 5/232 2 9 O

請求項の数 12 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2015-228094 (P2015-228094)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成27年11月20日 (2015.11.20)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2017-96725 (P2017-96725A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成29年6月1日 (2017.6.1)	(74) 代理人	100076428
審査請求日	平成30年11月16日 (2018.11.16)		弁理士 大塚 康德
		(74) 代理人	100115071
			弁理士 大塚 康弘
		(74) 代理人	100112508
			弁理士 高柳 司郎
		(74) 代理人	100116894
			弁理士 木村 秀二
		(74) 代理人	100130409
			弁理士 下山 治
		(74) 代理人	100134175
			弁理士 永川 行光

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 情報処理装置、情報処理方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

登録済みの特徴の3次元位置情報と、撮像装置が撮像したフレーム画像における特徴と、に基づいて、前記撮像装置の位置姿勢を推定する推定手段と、

前記推定手段が推定した位置姿勢に基づいて、未登録の特徴の3次元位置情報を生成して登録する生成手段と

を備え、

前記生成手段は、未登録の特徴の3次元位置情報の生成及び登録を、前記推定手段が前記撮像装置の位置姿勢の推定処理を開始したタイミング、前記撮像装置が撮像したフレーム画像から特徴を検出したタイミング、特徴を連続して抽出したフレーム画像の数が閾値以上となったタイミング、のいずれかのタイミングで開始してから規定の時間が経過するまで実行し、該規定の時間が経過すると停止する

ことを特徴とする情報処理装置。

【請求項 2】

前記生成手段は、未登録の特徴の3次元位置情報の生成及び登録の開始の後、未登録の特徴の3次元位置情報の生成及び登録がなされない連続時間が閾値を超えた場合には、未登録の特徴の3次元位置情報の生成及び登録を停止することを特徴とする請求項1に記載の情報処理装置。

【請求項 3】

前記生成手段は、未登録の特徴の3次元位置情報の生成及び登録の開始の後、未登録の

特徴の３次元位置情報の生成及び登録がなされない連続時間が閾値を超えた場合であっても、前記推定手段が推定した位置及び／又は姿勢の変化量が閾値を超えていない場合には、未登録の特徴の３次元位置情報の生成及び登録を停止しない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】

更に、

前記撮像装置の初期位置からの距離を取得する手段と、
前記距離に応じて前記規定の時間を更新する手段と
を備えることを特徴とする請求項１に記載の情報処理装置。

【請求項５】

更に、

前記推定手段が推定した位置もしくは姿勢の変化が閾値以上となるフレーム画像の数に応じて前記規定の時間を更新する手段を備えることを特徴とする請求項１に記載の情報処理装置。

【請求項６】

更に、

ユーザから前記撮像装置の移動範囲が入力されると、前記規定の時間として該移動範囲に対応する時間を設定する手段を備えることを特徴とする請求項１に記載の情報処理装置。

【請求項７】

更に、

前記推定手段が推定した位置及び／又は姿勢の変化量に応じて前記規定の時間を更新する手段を備えることを特徴とする請求項１に記載の情報処理装置。

【請求項８】

前記生成手段は、前記推定手段が推定した位置の変化が閾値以上となるフレーム画像をキーフレームとし、該キーフレームと、該キーフレームに基づいて推定した前記撮像装置の位置姿勢と、に基づいて、特徴の３次元位置情報を生成することを特徴とする請求項１乃至７の何れか１項に記載の情報処理装置。

【請求項９】

前記生成手段は、前記推定手段が推定した姿勢の変化が閾値以上となるフレーム画像をキーフレームとし、該キーフレームと、該キーフレームに基づいて推定した前記撮像装置の位置姿勢と、に基づいて、特徴の３次元位置情報を生成することを特徴とする請求項１乃至７の何れか１項に記載の情報処理装置。

【請求項１０】

更に、

未登録の特徴の３次元位置情報の生成及び登録の進捗状況をユーザに通知する手段を備えることを特徴とする請求項１乃至９の何れか１項に記載の情報処理装置。

【請求項１１】

情報処理装置が行う情報処理方法であって、

前記情報処理装置の推定手段が、登録済みの特徴の３次元位置情報と、撮像装置が撮像したフレーム画像における特徴と、に基づいて、前記撮像装置の位置姿勢を推定する推定工程と、

前記情報処理装置の生成手段が、前記推定工程で推定した位置姿勢に基づいて、未登録の特徴の３次元位置情報を生成して登録する生成工程と
を備え、

前記生成工程では、未登録の特徴の３次元位置情報の生成及び登録を、前記推定工程で前記撮像装置の位置姿勢の推定処理を開始したタイミング、前記撮像装置が撮像したフレーム画像から特徴を検出したタイミング、特徴を連続して抽出したフレーム画像の数が閾値以上となったタイミング、のいずれかのタイミングで開始してから規定の時間が経過するまで実行し、該規定の時間が経過すると停止する

10

20

30

40

50

ことを特徴とする情報処理方法。

【請求項 12】

コンピュータを、請求項 1 乃至 10 の何れか 1 項に記載の情報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】

本発明は、撮像装置の位置姿勢の推定技術に関するものである。

【背景技術】

【0002】

現実世界と仮想世界とをリアルタイムに融合させる技術として、複合現実感 (MR: Mixed Reality) 技術や拡張現実感 (AR: Augmented Reality) 技術が知られている。これらの技術は、現実空間とコンピュータによって作られる仮想空間とを繋ぎ目なく融合する技術である。これらの技術は、組み立て作業時に作業手順や配線の様子を重畳表示する組み立て支援、患者の体表面に体内の様子を重畳表示する手術支援等、様々な分野への応用が期待される。

【0003】

MR 技術を実現する上で解決しなければならない大きな問題の一つとして、位置合わせの問題がある。仮想物体が現実空間に実在するように利用者が感じるためには、仮想物体と現実空間との間の幾何学的な整合性が取れている必要がある。即ち、仮想物体は現実空間中に存在するべき位置に存在しているように常に利用者から観察されなければならない。

【0004】

また、観察者が、仮想物体を現実空間に実在するように感じるための装置の一つとして、ビデオスルー型の情報処理装置がある。これは、ビデオカメラで現実世界を撮影し、その撮影画像に仮想物体を重畳した合成画像を、リアルタイムにディスプレイ等の表示部に表示させて観察者に提示する装置である。一般にこのような情報処理装置としては、背面にビデオカメラを有するタブレット端末と呼ばれる携帯型情報端末や、頭部搭載型のビデオスルー型 HMD (Head Mounted Display) などが用いられる。

【0005】

ビデオスルー型 HMD を利用する MR では、HMD に内蔵されているカメラから画像が入力される毎に、画像撮影時のカメラの現実空間における位置姿勢を計測する。そしてこのカメラの位置姿勢と、焦点距離などのカメラの固有パラメータと、に基づいて CG (Computer Graphics) を描画し、該 CG を現実空間の撮影画像上に重畳するという処理が一般的に行われる。そのため、ビデオスルー型 HMD を利用する MR の場合、位置合わせの問題は、HMD に内蔵したカメラの現実空間における位置姿勢を計測する問題となる。

【0006】

カメラの位置姿勢の計測は、例えば磁気センサや超音波センサ、光学式センサなど 6 自由度の物理センサによって計測することが可能である。一方で、ビデオスルー型 HMD を利用する場合には、ビデオスルー型 HMD に内蔵されているカメラからの画像情報を位置合わせのために利用することが可能である。画像情報を利用する位置合わせ方法は、物理センサを利用する方法に比べて手軽且つ低コストであるため、広く利用されている。画像情報を利用する位置合わせ手法では、現実空間中における 3 次元位置が既知の指標をカメラで撮影し、指標の撮影画像上での位置と 3 次元位置との対応を基にカメラの位置姿勢を推定することが行われている。既知の指標としては、現実空間中に人為的に配置した指標などがある。例としては、四角形マーカ、円形マーカ、点マーカなどが挙げられる。しかし、現実環境中に指標を多数配置することは人的・時間的に高コストになり、景観も損なわれるという問題がある。

10

20

30

40

50

【0007】

そこで、既知の指標を用いずに撮影画像上で輝度勾配のあるエッジや角点など自然特徴を検出し、それらを基にカメラの位置姿勢を推定することが行われている。

【0008】

非特許文献1に記載の技術では、自然特徴として特徴点を画像から検出する。カメラを移動させ、初期画像で検出した特徴点から2次元的に特徴点を追跡し、初期画像と現画像の2つの画像間で特徴点周りの 8×8 の画素パッチを対応付ける。画像座標の対応点から、2つの画像を撮影したカメラの相対的な位置姿勢と対応付けた特徴点群の3次元情報である位置を推定する。ここで、非特許文献1では、特徴点群の3次元情報である位置と、その周辺の画像パッチを合わせてマップと呼んでいる。さらに、初めの2つの画像から算出されるマップを初期マップと呼ぶ。算出したマップ(ここでは3次元の位置情報を持つ特徴点群)を、現在のカメラの位置姿勢に基づいて画像面に投影し、検出した特徴点と、投影された特徴点と、の誤差を最小化するように、カメラの位置姿勢を更新する。カメラの位置姿勢が推定されており、特徴点を十分推定しているときに、キーフレームと呼ばれる画像を動画から取得する。各キーフレームで検出された特徴点をエピポーラ線上を探索して対応付けを行う。各キーフレームのカメラ位置姿勢と、特徴点群の3次元位置を、各キーフレーム上での投影誤差が最小化されるようにバンドル調整を行い、非線形最適化計算によって、マップを高精度に算出する。また、非特許文献1では、マウスや画面のタッチ入力など、マニュアルで入力することで、マッピングを開始する。マッピングを開始した後は、カメラの位置姿勢を推定しながら並列処理でマップ生成の処理が継続される。

【0009】

非特許文献2では、自然特徴として画像全体から輝度勾配のある点群を密に検出する。初期マップの生成は非特許文献1と同様の手法を利用している。初期マップの生成後、マップの点を現画像に投影した時、マップの点のキーフレーム上の輝度値と現フレーム上の輝度値とが一致するように位置姿勢を更新する。また、前キーフレームと位置が閾値以上離れた場合に次のキーフレームを追加する。近傍のキーフレームのマップの点を、追加したキーフレームでエピポーラ探索し、対応付けを行い、2つのキーフレーム間の相対位置姿勢と対応情報に基づいてマップの点の現キーフレームにおける奥行情報を推定する。非特許文献2では、キーフレームの画像情報とキーフレーム上で輝度勾配のある点の奥行情報とキーフレームの位置姿勢を合わせて、マップと呼んでいる。ここで、キーフレームを逐次追加していくと誤差が蓄積してくため、マップの最適化を行うことで、マップ全体の整合がとれるようにしている。

【0010】

非特許文献1や非特許文献2に記載の技術は、SLAM(Simultaneous Localization And Mapping)と呼ばれる技術である。カメラの自己位置姿勢を推定するLocalizationと、特徴点の位置を推定するMappingとを同時に行う手法である。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0011】

【非特許文献1】Klein, G., Murray, D.: Parallel tracking and mapping for small AR workspaces. In: Intl. Symp. on Mixed and Augmented Reality (ISMAR), 2007

【非特許文献2】LSD-SLAM: Large-Scale Direct Monocular SLAM, J. Engel, T. Schops, D. Cremers, European Conference on Computer Vision (ECCV), 2014

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

非特許文献1や非特許文献2のように、カメラの位置姿勢の推定とマップの推定とを同時に行う手法において、マップ生成を継続し続けると、メモリの上限に達してオーバーフローになる危険性がある。また、情報量が増加することにより処理負荷が高くなるので、フ

フレームレートが落ちるなどの問題が生じることがある。そこで、カメラ位置姿勢を推定しながら常に同時にマップを生成するのではなく、カメラ位置姿勢を推定しながらマップ生成を行い、ある時点でマップの生成を停止させ、それまでに生成したマップを使ってカメラ位置姿勢を推定する。このとき、カメラ位置姿勢の推定技術の専門家ではないユーザや事前知識を持たないユーザは、どの時点でマップ生成を開始または停止または再開すればよいのかが分からないという課題があった。

【0013】

本発明はこのような問題に鑑みてなされたものであり、撮像装置の位置姿勢の推定において用いる特徴の3次元位置情報の生成を、該当分野の専門的な知識がないユーザであっても、より省メモリで実現させる技術を提供する。

10

【課題を解決するための手段】

【0014】

本発明の一様態は、登録済みの特徴の3次元位置情報と、撮像装置が撮像したフレーム画像における特徴と、に基づいて、前記撮像装置の位置姿勢を推定する推定手段と、

前記推定手段が推定した位置姿勢に基づいて、未登録の特徴の3次元位置情報を生成して登録する生成手段と

を備え、

前記生成手段は、未登録の特徴の3次元位置情報の生成及び登録を、前記推定手段が前記撮像装置の位置姿勢の推定処理を開始したタイミング、前記撮像装置が撮像したフレーム画像から特徴を検出したタイミング、特徴を連続して抽出したフレーム画像の数が閾値以上となったタイミング、のいずれかのタイミングで開始してから規定の時間が経過するまで実行し、該規定の時間が経過すると停止する

20

ことを特徴とする。

【発明の効果】

【0015】

本発明の構成によれば、撮像装置の位置姿勢の推定において用いる特徴の3次元位置情報の生成を、該当分野の専門的な知識がないユーザであっても、より省メモリで実現させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

30

【図1】システムの構成例を示すブロック図。

【図2】情報処理装置1000が行う処理のフローチャート。

【図3】マップ生成の進捗状況を通知するためのウィンドウの表示例を示す図。

【図4】情報処理装置1000が行う処理のフローチャート。

【図5】情報処理装置1000が行う処理のフローチャート。

【図6】システムの構成例を示すブロック図。

【図7】情報処理装置2000が行う処理のフローチャート。

【図8】情報処理装置2000が行う処理のフローチャート。

【図9】システムの構成例を示すブロック図。

【図10】情報処理装置3000が行う処理のフローチャート。

40

【図11】ステップS2160の処理の詳細を示すフローチャート。

【図12】指標の一例を示す図。

【図13】指標の一例を示す図。

【図14】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。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下、添付図面を参照し、本発明の好適な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。

【0018】

50

〔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情報処理装置の一例について説明する。即ち、登録済みの特徴の３次元位置情報と、撮像装置が撮像したフレーム画像における特徴と、に基づいて、撮像装置の位置姿勢を推定し、該推定した位置姿勢に基づいて、未登録の特徴の３次元位置情報を生成して登録する。なお、未登録の特徴の３次元位置情報の生成及び登録を、該推定の実行に応じて制御する。

【００１９】

先ず、本実施形態に係る情報処理装置を含むシステムの構成例について、図１のブロック図を用いて説明する。図１に示す如く、本実施形態に係るシステムは、カメラ１００、表示部２００、情報処理装置１０００、を有する。

10

【００２０】

先ず、カメラ１００について説明する。カメラ１００は、現実空間の動画像を撮像するステレオカメラであり、撮像した動画像を構成する各フレームの画像（フレーム画像）を順次、後段の情報処理装置１０００に対して送出する。カメラ１００は、ＨＭＤに搭載されるステレオカメラであっても良いし、スマートフォンやタブレット端末装置などの携帯型端末装置に搭載されるステレオカメラであっても良く、その実装形態は特定の実装形態に限るものではない。また、カメラ１００は、以下の処理において位置姿勢を推定する対象となるものであり、その推定する位置姿勢は、世界座標系におけるものである。世界座標系とは、現実空間中の１点を原点とし、該原点で互いに直交する３軸をそれぞれ、Ｘ軸、Ｙ軸、Ｚ軸とする座標系である。なお、世界座標系の定義は、特定の定義に限るものではない。例えば、現実空間中における位置が既知の複数の特徴を基準にして世界座標系を定義してもよい。また、カメラ１００が最初に撮像した際の位置及び姿勢を基準として世界座標系を定義してもよい。また、現実空間中に配置された夫々の指標を構成する各頂点の位置が既知であってもよい。位置が既知の特徴や指標に基づいてスケールを決定してもよい。または複数地点で撮像した際の既知の撮像位置に基づいて世界座標系のスケールを決定してもよい。また、カメラ１００の位置姿勢の表現方法については特定の表現方法に限るものではない。なお、以下では、カメラ１００の歪み補正係数や焦点距離や主点位置などのカメラ内部パラメータは、公知の手法により校正済みとする。

20

【００２１】

次に、表示部２００について説明する。表示部２００は、ＣＲＴや液晶画面などにより構成されており、情報処理装置１０００から出力された画像や文字を表示する。なお、表示部２００は、ＨＭＤに搭載されている表示画面であっても良いし、スマートフォンやタブレット端末装置などの携帯型端末装置に搭載される表示画面であっても良く、その実装形態は特定の実装形態に限るものではない。

30

【００２２】

次に、情報処理装置１０００について説明する。

【００２３】

画像取得部１０１０は、カメラ１００から順次送出されるフレーム画像を取得し、該取得したフレーム画像を後段の特徴抽出部１０２０に対して送出する。画像取得部１０１０は、カメラ１００の出力がＮＴＳＣなどのアナログ出力であればアナログビデオキャプチャボードによって実現される。また、カメラ１００の出力がＩＥＥＥ１３９４などのデジタル出力であれば、例えばＩＥＥＥ１３９４インタフェースボードによって実現される。なお、画像取得部１０１０によるフレーム画像の取得元はカメラ１００に限るものではなく、例えば、予めカメラ１００によって撮像され、ハードディスクなどの記憶装置に格納しておいたフレーム画像群を読み出すようにしても構わない。なお、本実施形態で取り扱うフレーム画像群は、動画像を構成する各フレームであっても良いし、連続的に撮像された静止画像群であっても良い。

40

【００２４】

特徴抽出部１０２０は、画像取得部１０１０から送出されたフレーム画像から特徴点を抽出する。特徴点とは、例えば、周囲と比べて輝度値が閾値以上異なる輝度値を有する画

50

素領域であっても良いし、机の角や窓枠などの画像特徴（自然特徴）であっても良い。

【0025】

位置姿勢推定部1030は、特徴点の3次元位置情報又はカメラ100から特徴点までの奥行き情報を含むマップと、特徴抽出部1020によって抽出された特徴点と、を用いて、カメラ100の位置姿勢を推定する。マップは、例えば、特徴点の3次元情報である位置又はカメラ100から特徴点までの奥行き情報、フレーム画像において各特徴点周辺の画像パッチ（画素集合で、例えば5画素×5画素のサイズの画素領域）、撮影時のカメラ100の位置姿勢、を含む。なお、上記のマップに相当する情報と、画像中の特徴点と、を用いてカメラ100の位置姿勢を推定する技術は周知の技術である。

【0026】

設定部1040は、マップ生成部1050がマップを生成する期間の長さ、すなわちマップ生成時間を設定する。マップ生成時間は、予め設定された時間であっても良いし、ユーザが不図示の操作部を操作して適宜設定した時間であっても良い。

【0027】

マップ生成部1050は、設定部1040が設定したマップ生成時間の期間に限って（初期マップは除く）マップを生成し、該生成したマップを記憶部1060に格納する。

【0028】

提示部1070は、設定部1040が設定したマップ生成時間、該マップ生成時間において残りの時間、マップ生成を開始してから現在の経過時間等を表す情報を表示部200に対して送出する。

【0029】

次に、情報処理装置1000が行う処理について、同処理のフローチャートを示す図2を用いて説明する。

【0030】

<ステップS2010>

画像取得部1010は、カメラ100から順次出力されたそれぞれのフレーム画像を後段の特徴抽出部1020に転送する。

【0031】

<ステップS2020>

特徴抽出部1020は、画像取得部1010から受けた各フレーム画像から特徴点を抽出する。ここで、フレーム画像からの特徴点の抽出処理の一例について説明する。ここでは、フレーム画像において近傍の画素間で輝度勾配が閾値以上の点を特徴点とする。輝度勾配は、画像上で隣り合う画素の濃度が閾値以上に変化する点である。輝度勾配の検出は、例えばSobelオペレータ、Prewittオペレータなどの公知のエッジ検出オペレータにより行う。各画素について、エッジ検出オペレータを画像の水平方向、垂直方向について適用する。そして、その出力値をもとに、エッジ強度を算出する。エッジ検出オペレータの水平方向の出力値が f_x 、垂直方向の出力値が f_y である場合、エッジ検出オペレータを適用する画素におけるエッジ強度 I は以下の式のように算出される。

【0032】

$$I = (f_x^2 + f_y^2)$$

<ステップS2030>

位置姿勢推定部1030は、まだマップが生成されていないか否かを判断する。この判断の結果、まだマップが生成されていない場合には、最初のマップ、即ち初期マップを作成すべく、処理はステップS2040に進む。一方、既にマップは作成されている場合（少なくとも初期マップは作成されている場合）には、処理はステップS2050に進む。

【0033】

<ステップS2040>

マップ生成部1050は、画像取得部1010が取得したフレーム画像からマップ（初期マップ）を生成する。例えば、初期マップは、複数画像から抽出した特徴点の画像上の座標の対応付けを行うことで推定することができる。例えば、KLTと呼ばれる特徴追跡

10

20

30

40

50

手法によって時系列に位置を変えて撮影された画像から特徴を追跡し、複数の画像の特徴点の対応付けを行う。画像における特徴点の対応からE行列（基礎行列）と呼ばれる変換行列を推定し、E行列からカメラの位置姿勢を求め、複数画像間の相対位置姿勢に基づいてステレオ法により特徴点の位置または奥行きを3次元情報を推定する。マップは、特徴点群の3次元的位置または各カメラで撮影した位置からの奥行情報と、その特徴点周辺の画像パッチと、各撮影位置におけるカメラの位置姿勢を保持する。なお、マップの生成方法やマップに含まれる情報の種類については、上記に限らない。また、本実施形態では、特徴点の3次元情報の推定に用いられたフレーム画像をキーフレームと呼ぶ。

【0034】

<ステップS2050>

位置姿勢推定部1030は、ステップS2020において特徴抽出部1020がフレーム画像から抽出した特徴点と、記憶部1060に格納されているマップと、を用いて、カメラ100の位置姿勢を推定する。この推定では、マップが表す特徴点をフレーム画像上に投影し、該投影した特徴点と、該フレーム画像上で特徴抽出部1020が抽出した特徴点と、のずれを極小化するようにカメラ100の位置姿勢を繰り返し演算により求める。この技術は周知であるため、この技術に係るこれ以上の詳細な説明は省略する。

【0035】

マップに基づいてカメラ位置姿勢を推定する手法は、非特許文献1や非特許文献2のように、抽出した特徴点からカメラ位置姿勢を推定する手法であれば何れの公知の手法であってもよい。

【0036】

ここで、ステップS2010～S2050の処理は、上述の通り、カメラ100の位置姿勢を推定する処理であり、この推定された位置姿勢は、例えば、MRの場合、仮想空間の画像を生成する際に「仮想視点の位置姿勢」として用いられる。MRでは、仮想視点の位置姿勢に基づいて仮想空間の画像を生成し、該生成した仮想空間の画像と現実空間の画像とを合成してユーザに提示する。そのため、仮想視点は、ユーザの視点の動きにリアルタイムで追従する必要があるため、この推定処理にはリアルタイム性が要求される。然るに、ステップS2010～S2050の処理は、フレーム画像が入力されるたびに繰り返し行われる処理である。

【0037】

一方で、後述するステップS2060～S2100の処理は、後述するようにキーフレームからマップを生成する処理である。最初のステップS2050の処理が行われた後、ステップS2060～S2100の処理はステップS2010～S2050の処理と並行して行われる。然るに、図2のフローチャートでは、ステップS2050の処理の後、ステップS2010に戻ると共に、ステップS2060にも進む。

【0038】

<ステップS2060>

設定部1040は（カメラ100の位置姿勢の推定処理を開始したことをトリガにして）、マップ（初期マップを除く）の生成期間として予め設定されている時間をマップ生成時間として設定すると共に、計時を開始する。なお、計時開始以降は、本ステップではマップ生成時間の設定は行わない。

【0039】

<ステップS2070>

設定部1040は、ステップS2060で計時を開始してからマップ生成時間が経過したか否かを判断する。この判断の結果、計時を開始してからマップ生成時間が経過した場合には、処理はステップS2090に進み、計時を開始してからマップ生成時間が経過していない場合には、処理はステップS2080に進む。

【0040】

<ステップS2080>

マップ生成部1050は、ステップS2050において推定されたカメラ100の位置

10

20

30

40

50

姿勢と、前回のステップ S 2 0 5 0 において推定したカメラ 1 0 0 の位置姿勢と、の差分が閾値以上であるか否かを判断する。そして、位置成分の差分が閾値以上、及び / 又は姿勢成分の差分が閾値以上であると判断した場合には、ステップ S 2 0 1 0 において画像取得部 1 0 1 0 が取得したフレーム画像をキーフレームとして記憶部 1 0 6 0 に登録する。そして、記憶部 1 0 6 0 に規定枚数以上のキーフレームが登録されると、マップ生成部 1 0 5 0 は、特徴点周辺の画素パッチをカメラ 1 0 0 の位置姿勢に基づいてエピポーラ探索し、複数キーフレーム間で特徴点のステレオマッチングを行う。そしてマップ生成部 1 0 5 0 は、ステレオマッチング結果に基づいて特徴点の3次元位置または奥行き値を算出する。そしてマップ生成部 1 0 5 0 は、算出された特徴点の3次元位置または奥行き値と、画素パッチと、カメラ位置姿勢をセットにして、マップとして記憶部 1 0 6 0 に追加登録する。この新たに登録されたマップは、次フレーム以降でカメラ 1 0 0 の位置姿勢を推定する際に用いられる。

10

【 0 0 4 1 】

なお、ステップ S 2 0 1 0 において画像取得部 1 0 1 0 が取得したフレーム画像がキーフレームであるか否かを判断するための方法は、上記の方法に限るものではなく、様々な方法が適用可能である。

【 0 0 4 2 】

< ステップ S 2 0 9 0 >

設定部 1 0 4 0 は、マップ生成部 1 0 5 0 にマップ生成の停止を指示するので、マップ生成部 1 0 5 0 はマップの生成処理を終了させる。これにより、カメラ 1 0 0 の位置姿勢の推定を開始してからマップ生成時間が経過する間だけ、マップ生成を行うことになる。マップの生成を終了した後は、図 2 のフローチャートは、ステップ S 2 0 1 0 ~ S 2 0 5 0 の処理を繰り返し行うことになり、ステップ S 2 0 6 0 ~ S 2 1 0 0 の処理は行われない。

20

【 0 0 4 3 】

< ステップ S 2 1 0 0 >

提示部 1 0 7 0 は、マップの生成を開始してからの経過時間、マップ生成の残り時間等、現在のマップ生成の進捗状況を表す情報を表示部 2 0 0 に対して送出するので、表示部 2 0 0 には、このような進捗状況が表示される。例えば、図 3 に示す如く、マップ生成が終了するまでの残り時間（図 3 では残り時間は 1 0 秒）を、文字情報とプログレスバーとを併用して通知するためのウィンドウを表示部 2 0 0 に表示させる。また、現在のマップ生成の進捗状況を音声としてユーザに通知するようにしても構わない。このように、現在のマップ生成の進捗状況をユーザに通知するための方法には様々な方法が考えられ、如何なる方法を採用しても構わない。

30

【 0 0 4 4 】

このように、本実施形態では、カメラ 1 0 0 の位置姿勢の推定を開始したことに応じて規定の期間だけマップ生成を行い、マップ生成の終了後は、それまでに生成されたマップに基づいて、カメラ 1 0 0 の位置姿勢を推定する。このような構成により、マップを生成し続けることがなくなるため、メモリの上限に達してオーバーフローしてしまうことや、計算に使用される情報量が増えることによって処理負荷が高くなりフレームレートが落ちるということを避けることができる。

40

【 0 0 4 5 】

また、どれくらいの間マップ生成を行うのか、いつマップ生成を終了させるのか、というようなカメラ位置姿勢推定技術の専門的な知識がなくても、自動的にマップ生成に要する時間を設定することができる。そのため、ユーザの負担を軽減し、簡便に複合現実感を体験できるようになる。

【 0 0 4 6 】

以下では、本実施形態の変形例について説明する。なお、本実施形態の変形例 1 - 1 及び変形例 1 - 2 では、第 1 の実施形態との差分について重点的に説明し、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。

50

【 0 0 4 7 】

< 変形例 1 - 1 >

第 1 の実施形態では、計時開始からマップ生成時間が経過した場合にマップの生成を終了させていたが、マップの生成の終了条件はこれに限るものではない。本変形例では、計時を開始して以降、マップの生成及び追加登録がなされない連続時間 T を別途計時し、連続時間 T が閾値を超えた時点でマップの生成を終了させるようにしても構わない。

【 0 0 4 8 】

本変形例に係る情報処理装置の動作について、図 4 のフローチャートに従って説明する。図 4 のフローチャートにおいて、図 2 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。

10

【 0 0 4 9 】

< ステップ S 3 0 1 0 >

設定部 1 0 4 0 は、マップの生成及び追加登録がなされない連続時間 T を計時する。

【 0 0 5 0 】

< ステップ S 3 0 2 0 >

設定部 1 0 4 0 は、連続時間 T が閾値 T t h を超えたか否かを判断する。閾値 T t h は、例えば、6 0 秒などに設定しておいてもよい。この判断の結果、連続時間 T が閾値 T t h を超えた場合には、処理はステップ S 3 0 3 0 に進み、連続時間 T が閾値 T t h を超えていない場合には、処理はステップ S 2 0 5 0 に進む。連続時間 T が閾値 T t h を超える場合とは、例えば、次のキーフレームが登録されるまで時間がかかってしまったりして、マップの生成条件を満たさない場合である。

20

【 0 0 5 1 】

< ステップ S 3 0 3 0 >

設定部 1 0 4 0 は、マップ生成時間を 0 に再設定する。その後、処理はステップ S 2 0 5 0 に戻るが、ステップ S 2 0 6 0 では何も処理は行わず、ステップ S 2 0 7 0 では、マップ生成時間 = 0 であるため、処理はステップ S 2 0 9 0 に進み、マップの生成は終了する。

【 0 0 5 2 】

このように、本実施形態によれば、マップが十分に生成されて新たなマップが追加されなくなった場合などに、自動的にマップ生成を停止することができる。これにより、ユーザはいつマップ生成を停止すればよいのかを考慮する必要がなくなる。したがって、前提知識を持たないユーザであっても簡便に使用することができる。また、処理負荷の高いマップ生成を続ける必要がなくなるため、処理負荷を軽減することができる。

30

【 0 0 5 3 】

< 変形例 1 - 2 >

変形例 1 - 1 では、新たなマップが追加されない連続時間 T を計時し、該連続時間 T が閾値 T t h を超えた場合には、マップ生成時間を 0 に設定してマップ生成を停止していた。しかし、新たにマップが追加されるのは、ユーザが位置や姿勢を変えながら動いた場合である。そのため、ユーザが動かず止まっている場合には、十分な数のマップが生成されないままその生成が停止してしまう可能性がある。このように、ケースによっては、マップ生成を停止する必要がない場合がある。

40

【 0 0 5 4 】

そこで本変形例では、変形例 1 - 1 の構成において更に、ユーザが動かず止まっているかどうかを判定し、その判断結果をも参酌して、マップ生成を停止させるのか否かを決定する。本変形例に係る情報処理装置の動作について、図 5 のフローチャートに従って説明する。図 5 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。

【 0 0 5 5 】

ステップ S 3 0 2 0 において、連続時間 T が閾値 T t h を超えた場合には、処理はステップ S 3 0 4 0 に進み、連続時間 T が閾値 T t h を超えていない場合には、処理はステッ

50

プ S 2 0 5 0 に進む。

【 0 0 5 6 】

< ステップ S 3 0 4 0 >

位置姿勢推定部 1 0 3 0 は、前（過去）のフレームについて推定した位置（姿勢）と現フレームについて推定した位置（姿勢）との差分（絶対値）を求め、該差分の累積加算値を変化量 D として求める。変化量 D は、位置成分のみについて求めても良いし、姿勢成分のみについて求めても良いし、両方の成分について求めても良い。

【 0 0 5 7 】

< ステップ S 3 0 5 0 >

位置姿勢推定部 1 0 3 0 は、ステップ S 3 0 4 0 で求めた変化量 D が閾値 D t h を超えているか否かを判断する。この判断の結果、変化量 D が閾値 D t h を超えている場合には、処理はステップ S 3 0 3 0 に進み、変化量 D が閾値 D t h を超えていない場合には、処理はステップ S 2 0 5 0 に戻る。

【 0 0 5 8 】

このような処理により、新たなマップが追加されなくなった場合であっても、カメラ 1 0 0 の位置姿勢の変化量が小さい場合には、ユーザが動いていないと判定することができ、自動的にマップ生成を停止することをしない。一方で、カメラ 1 0 0 の位置姿勢が所定の変化量よりも大きく動いているにも関わらず、新たにマップが追加されない場合には、マップ生成を停止することができる。

【 0 0 5 9 】

これにより、ユーザはいつマップ生成を停止すればよいのかを考慮する必要がなくなる。したがって、前提知識を持たないユーザであっても簡単に使用することができる。また、処理負荷の高いマップ生成を続ける必要がなくなるため、処理負荷を軽減することができる。

【 0 0 6 0 】

[第 2 の実施形態]

第 1 の実施形態では、カメラ位置姿勢推定とマップ生成とを並行して行う手法において、推定されたカメラ位置姿勢の入力を受けるとマップ生成時間を設定して計時を開始すると共にマップ生成を開始していた。そして、計時した時間がマップ生成時間を経過すると、マップ生成を終了した。しかしながら、マップ生成時間を設定する方法はこのような手法に限るものではない。例えば、複合現実感を体験する範囲が広い場合、生成すべきマップ数は多くなるため、複合現実感を体験する範囲が狭い場合に比べてより多いマップ生成時間が必要となる。このように、必要なマップ生成時間は、ケースに応じて異なるのが普通であるが、第 1 の実施形態のように、規定の 1 種類のマップ生成時間を設定してしまうと、ケースによっては十分なマップを生成することができず、マップが生成できない範囲ができてしまう。このように、複合現実感を体験する範囲に合わせてマップを生成することが望ましい。そこで、本実施形態では、カメラ位置姿勢推定とマップ生成とを並行して行う手法において、カメラの移動距離に基づいてマップ生成時間を設定する。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。

【 0 0 6 1 】

先ず、本実施形態に係る情報処理装置の構成例について、図 6 のブロック図を用いて説明する。図 6 において、図 1 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。情報処理装置 2 0 0 0 は、情報処理装置 1 0 0 0 の構成に分布取得部 1 0 8 0 を加えたものである。

【 0 0 6 2 】

分布取得部 1 0 8 0 は、カメラ 1 0 0 の現在位置（位置姿勢推定部 1 0 3 0 が最近推定した位置）と、カメラ 1 0 0 の初期位置（予め測定若しくは取得されて記憶部 1 0 6 0 に登録されている）と、の間の距離（移動距離）を求める。

【 0 0 6 3 】

設定部 1 0 4 0 は、分布取得部 1 0 8 0 が求めた移動距離に応じたマップ生成時間を設定する。

【 0 0 6 4 】

次に、情報処理装置 2 0 0 0 の動作について、図 7 のフローチャートに従って説明する。なお、図 7 のフローチャートにおいて、図 2 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。

【 0 0 6 5 】

< ステップ S 2 1 1 0 >

分布取得部 1 0 8 0 は、位置姿勢推定部 1 0 3 0 が最近推定した位置と、カメラ 1 0 0 の初期位置と、の間の距離（移動距離）を求める。なお、移動距離の求め方はこれに限るものではなく、例えば、GPS 等を用いてカメラ 1 0 0 の初期位置からの移動経路を求めて、該移動経路の距離を移動距離として求めても良い。

【 0 0 6 6 】

ステップ S 2 0 6 0 では第 1 の実施形態と同様に、カメラ 1 0 0 の位置姿勢の推定処理を開始したことをトリガにしてマップ生成時間を設定するのであるが、初回は第 1 の実施形態と同様に、予め設定されている時間をマップ生成時間として設定する。そして 2 回目以降は、ステップ S 2 1 1 0 において求めた移動距離に応じたマップ生成時間を設定する。

【 0 0 6 7 】

例えば、閾値を 3 m、追加マップ生成時間を 6 0 秒とした場合、カメラ 1 0 0 の初期位置からの移動距離が 3 m を超えた時点で、現在設定されているマップ生成時間に 6 0 秒を加算して該マップ生成時間を更新する。そしてその後、カメラ 1 0 0 が移動した結果、カメラ 1 0 0 の初期位置からの移動距離が 6 m を超えた時点で、現在設定されているマップ生成時間に更に 6 0 秒を加算して該マップ生成時間を更新する。このようにして、初期位置から遠くなるほど、移動空間が大きいものと判断して、マップ生成時間をより大きくする。然るに、このような傾向でマップ生成時間を更新するのであれば、その更新方法やタイミングについてはこの例に限らない。

【 0 0 6 8 】

このような処理により、カメラ 1 0 0 の移動距離に応じて、すなわち、移動空間のサイズに応じてマップ生成時間を調整することができ、これにより、カメラの移動範囲に合わせてマップを生成することができる。

【 0 0 6 9 】

また、どれくらいの間マップ生成をおこなえばよいのか、またはいつマップ生成をやめればよいかをカメラ位置姿勢推定技術の専門的な知識がなくても、自動的にマップ生成に要する時間を設定することができる。そのため、ユーザの負担を軽減し、簡便に複合現実感を体験できるようになる。

【 0 0 7 0 】

以下では、本実施形態の変形例について説明する。なお、本実施形態の変形例 2 - 1 及び変形例 2 - 2 では、第 2 の実施形態との差分について重点的に説明し、特に触れない限りは、第 2 の実施形態と同様であるものとする。

【 0 0 7 1 】

< 変形例 2 - 1 >

第 2 の実施形態では、カメラ 1 0 0 の移動距離が大きいほどマップ生成時間を延長していたが、マップ生成時間の延長方法はこれに限るものではない。本変形例では、記憶部 1 0 6 0 に登録されているキーフレームの数に応じてマップ生成時間を延長する。

【 0 0 7 2 】

本変形例に係る情報処理装置の動作について、図 8 のフローチャートに従って説明する。なお、図 8 のフローチャートにおいて、図 7 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。

【 0 0 7 3 】

10

20

30

40

50

<ステップS 4 0 1 0>

分布取得部 1 0 8 0 は、記憶部 1 0 6 0 に登録されているキーフレームの数 N をカウントする。

【0 0 7 4】

<ステップS 4 0 2 0>

分布取得部 1 0 8 0 は、ステップ S 4 0 1 0 でカウントしたキーフレームの数 N が閾値 N t h 未満であるか否かを判断する。この判断の結果、キーフレームの数 N が閾値 N t h 未満である場合には、処理はステップ S 4 0 3 0 に進み、キーフレームの数 N が閾値 N t h 以上である場合には、処理はステップ S 2 0 5 0 に進む。

【0 0 7 5】

ここで、閾値 N t h は、カメラ 1 0 0 の画角のオーバーラップが 5 0 % 得られる場合の変化量に基づいて決定する。例えば、水平画角 6 0 度のカメラで水平 3 6 0 度をカバーする際には、1 2 枚のキーフレームがあればよいため、閾値 N t h を 1 2 とすることができる。しかし、閾値 N t h の決定方法はこれに限るものではなく、実験によって十分な精度を得られるキーフレーム数から求めてもよいし、何れの公知の手法で求めてもよい。

【0 0 7 6】

<ステップS 4 0 3 0>

設定部 1 0 4 0 は、現在設定されているマップ生成時間を延長する。延長分はどのような値であっても良く、規定の値であっても良いし、キーフレームの数 N に応じた値であっても良い。

【0 0 7 7】

このような処理により、登録済みのキーフレームの数が少ないと判定される場合には、マップ生成時間を延長することで、マップ生成が不十分なために、カメラ位置姿勢の推定が正しく行えないということを避けることができる。

【0 0 7 8】

<変形例 2 - 2>

第 2 の実施形態では、カメラ 1 0 0 の移動距離を求め、該求めた移動距離に応じてマップ生成時間を調整していた。しかし、カメラ 1 0 0 の移動可能な範囲が予め分かっている場合には、ユーザが不図示の操作部を操作してその範囲を入力し、設定部 1 0 4 0 は、入力された範囲に応じたマップ生成時間を設定するようにしても構わない。

【0 0 7 9】

例えば、ユーザが不図示の操作部を操作して、カメラ 1 0 0 の移動範囲として「3 m × 3 m の床面」を入力した場合、設定部 1 0 4 0 は、これに対応するマップ生成時間として 6 0 秒を設定する。また、ユーザが不図示の操作部を操作して、カメラ 1 0 0 の移動範囲として「6 m × 6 m の床面」を入力した場合には、設定部 1 0 4 0 は、これに対応するマップ生成時間として 3 6 0 秒を設定する。このような場合、記憶部 1 0 6 0 には、各移動範囲に対応するマップ生成時間が予め登録されており、設定部 1 0 4 0 は、ユーザが入力した移動範囲に応じたマップ生成時間を記憶部 1 0 6 0 から取得することができる。なお、ユーザが入力した移動範囲に対応するマップ生成時間が登録されていない場合には、該移動範囲の近傍の登録済みの移動範囲に対応するマップ生成時間から補間により求めても良い。

【0 0 8 0】

[第 3 の実施形態]

特徴点の誤検出やマッチングの誤対応などにより、推定したカメラ位置姿勢の精度が低くなった場合、そのようなカメラ位置姿勢に基づくマップ生成を継続すると、結果として生成されるマップの精度が悪くなる。マップの精度が悪くなると、さらにカメラ位置姿勢の推定精度が悪くなってしまう。

【0 0 8 1】

そのため、本実施形態では、カメラ位置姿勢の安定性が低い場合には、マップ生成時間を一時的に 0 秒にすることでマップ生成を停止し、カメラ位置姿勢の安定性が高くなった

10

20

30

40

50

場合に、所定のマップ生成時間を設定する。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。

【0082】

本実施形態に係る情報処理装置の構成例について、図9のブロック図を用いて説明する。図9において、図1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。図9の情報処理装置3000は、情報処理装置1000に安定度推定部1090を加えたものである。

【0083】

安定度推定部1090は、位置姿勢推定部1030が推定した位置姿勢の安定度を推定する。位置姿勢の安定度は、時系列に取得されるフレーム画像間でのカメラ100の位置及び/又は姿勢の変化量に基づいて推定する。変化量が閾値よりも大きい場合には、安定度を低く設定し、変化量が小さい場合には安定度を高く設定する。また、カメラ位置姿勢を推定する際の最適化計算において、誤差関数として再投影誤差を最小化する場合には、検出した特徴点の再投影誤差の分散であってもよい。また、特徴点周辺の輝度値を最小化する場合には、輝度値の分散であってもよい。また、カメラ位置姿勢の安定度は、公知の何れの手法によって求めてもよい。

【0084】

次に、情報処理装置3000の動作について、図10のフローチャートに従って説明する。なお、図10のフローチャートにおいて、図2の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。

【0085】

<ステップS2120>

安定度推定部1090は、位置姿勢推定部1030が推定した位置姿勢の安定度を推定する。時系列で入力されるフレーム画像の撮像位置または撮像姿勢が、連続したフレーム画像間で所定の距離または姿勢変化量より大きい場合には、カメラ位置姿勢の推定に失敗している可能性があるため、安定度を低く設定する。

【0086】

<ステップS2160>

設定部1040は、ステップS2120において推定した安定度に応じたマップ生成時間を設定する。ステップS2160の処理の詳細について、図11のフローチャートに従って説明する。

【0087】

<ステップS5010>

設定部1040は(カメラ100の位置姿勢の推定処理を開始したことをトリガにして)、マップ(初期マップを除く)の生成期間として予め設定されている時間をマップ生成時間として設定すると共に、計時を開始する。なお、計時開始以降は、本ステップではマップ生成時間の設定は行わない。

【0088】

<ステップS5020>

設定部1040は、ステップS2120において推定した安定度Rが閾値R_{th}未満であるのか否かを判断する。この判断の結果、安定度Rが閾値R_{th}未満である場合には、処理はステップS5030に進み、安定度Rが閾値R_{th}以上である場合には、処理はステップS5050に進む。

【0089】

<ステップS5030>

設定部1040は、マップ生成時間からステップS5010で計時を開始してからの経過時間を差し引いた残りの時間、すなわち、マップ生成のための残りの時間を求め、該求めた残りの時間を記憶部1060に格納する。

【0090】

<ステップS5040>

10

20

30

40

50

設定部 1040 は、マップ生成時間を 0 に再設定する。その後、処理はステップ S2070 に進み。ステップ S2070 では、マップ生成時間 = 0 であるため、処理はステップ S2090 に進み、マップの生成は終了する。

【0091】

<ステップ S5050>

設定部 1040 は、記憶部 1060 にステップ S5030 で格納した「残りの時間」が格納されているのか否かを判断する。この判断の結果、記憶部 1060 に「残りの時間」が格納されている場合には処理はステップ S5060 に進み、格納されていない場合には、処理はステップ S2070 に進む。

【0092】

<ステップ S5060>

設定部 1040 は、記憶部 1060 に格納されている「残りの時間」をマップ生成時間として設定する。

【0093】

このような処理により、マップの精度が悪くなることを避け、カメラ位置姿勢の安定度が高いときのみマップ生成を行うことができるため、精度のよいマップ生成を行うことができる。

【0094】

以下では、本実施形態の変形例について説明する。なお、本実施形態の変形例 3 - 1 及び変形例 3 - 2 では、第 3 の実施形態との差分について重点的に説明し、特に触れない限りは、第 3 の実施形態と同様であるものとする。

【0095】

<変形例 3 - 1>

第 3 の実施形態では、カメラ 100 の位置姿勢の安定度に応じて、マップ生成の停止と再開を制御していたが、マップ生成の再開の制御方法はこれ以外の方法も考え得る。本変形例では、マップ生成時間が経過してマップ生成が終わった後、再度マップ生成を再開させる例について説明する。

【0096】

マップの特徴点を現在の撮影位置で撮影した画像に投影して、検出した特徴点と投影された特徴点との誤差を最小化するようにカメラ位置姿勢を推定する手法において、投影される特徴点が少ない場合に、マップ生成を再開してもよい。投影される特徴点が閾値より多いか否かを判断し、少ない場合にマップ生成時間に予め設定された時間を設定することで、マップ生成を再開してもよい。投影される特徴点が少ないということは、登録されている特徴点が少ないといえるため、追加で生成することが望ましい。

【0097】

このような構成により、いったんマップ生成を終えたあとに、カメラ位置姿勢推定技術の専門的な知識がなくても、自動的にマップ生成を再開することができる。そのため、ユーザの負担を軽減し、簡便に複合現実感を体験できるようになる。

【0098】

<変形例 3 - 2>

変形例 3 - 1 では、カメラ位置姿勢の推定時に利用される特徴点の数に応じて、マップ生成を再開する方法について説明した。本変形例では、マップ生成を開始する方法について述べる。

【0099】

既知の指標が検出されるとマップ生成を開始してもよい。さらに、既知の指標を連続検出するフレームの数が閾値以上となった場合に、マップ生成を開始してもよい。また、マップ生成をいったん終えたあとに、識別可能な指標でかつ予め登録しておいた指標を検出すると、マップ生成を再開してもよい。

【0100】

ここで指標について説明する。図 12 に示す如く、四角形状の指標（以下、四角形指

10

20

30

40

50

標と呼ぶ)は、内部に識別子を表すパターンを持ち、一意に同定可能であるとする。また、撮影画像に2値化処理を施した後にラベリング処理を行い、一定面積以上の領域の中から4つの直線によって形成されているものを候補領域として抽出する。さらに、候補領域の中に特定のパターンがあるか否かを判定することによって候補領域が指標領域であるかを判定し、内部のパターンを読み出すことによって指標の画像内の方向と識別子を取得することにより、取得された画像中から指標を検出する。

【0101】

なお、指標は、四角形指標に限るものではなく、撮影画像上において検出可能であって、かついずれの指標であるのかを識別可能である指標であれば、何れの形態であってもよい。例えば、図13に示すように、それぞれが異なる色を有する円形状の指標のような点指標であってもよい。この場合には、画像上から各々の指標の色に対応する領域を検出し、その重心位置を指標の検出座標とする。また、それぞれが異なるテクスチャ特徴を有する特徴点(自然特徴点)を点指標としてもよい。この場合には、既知の情報として予め保持している各々の指標のテンプレート画像によるテンプレートマッチングを画像上に施すことにより、画像から指標を抽出する。これに限らず、空間中に固定される指標であって、それを撮影した画像から検出可能なものであればどのような指標であってもかまわない。

【0102】

以上のように、識別可能な指標を検出することで、マップ生成の開始を決定することができる。カメラ位置姿勢推定技術の専門的な知識がなくても、指標を検出だけで自動的にマップ生成を開始または再開することができる。そのため、ユーザの負担を軽減し、簡便に複合現実感を体験できるようになる。

【0103】

[第4の実施形態]

図1, 6, 9に示した各機能部はハードウェアで構成しても良いが、画像取得部1010及び記憶部1060をハードウェアで構成し、残りの機能部の1以上をソフトウェアで構成しても構わない。このような場合、画像取得部1010及び記憶部1060をハードウェアとして有し、該ソフトウェアを実行可能な処理部を有するコンピュータ装置は、情報処理装置1000, 2000, 3000に適用可能である。情報処理装置1000, 2000, 3000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14のブロック図を用いて説明する。

【0104】

CPU4001は、RAM4002やROM4003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処理を実行する。これによりCPU4001は、コンピュータ装置全体の動作制御を行うと共に、情報処理装置1000, 2000, 3000が行うものとして上述した各処理を実行若しくは制御する。

【0105】

RAM4002は、外部記憶装置4007や記憶媒体ドライブ4008からロードされたコンピュータプログラムやデータ、I/F(インターフェース)4009を介して外部から受信したデータ、を格納するためのエリアを有する。更に、RAM4002は、CPU4001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RAM4002は、各種のエリアを適宜提供することができる。なお、RAM4002は、上記の記憶部1060として使用可能である。

【0106】

ROM4003には、コンピュータ装置の書き換え不要な設定データや、ブートプログラムなどが格納されている。

【0107】

キーボード4004, マウス4005は、ユーザが操作することで各種の指示をCPU4001に対して入力するためのユーザインターフェースの一例である。表示部4006は、CRTや液晶画面などにより構成されており、CPU4001による処理結果を画像

10

20

30

40

50

や文字などでもって表示することができる。なお、キーボード４００４、マウス４００５、表示部２００の代わりにタッチパネル画面を設けても構わない。

【０１０８】

外部記憶装置４００７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４００７には、ＯＳ（オペレーティングシステム）や、図１，６，９において画像取得部１０１０及び記憶部１０６０以外の各機能部の動作をＣＰＵ４００１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。このデータには、上記の閾値など、既知の情報として説明したものも含まれている。外部記憶装置４００７に保存されているコンピュータプログラムやデータは、ＣＰＵ４００１による制御に従って適宜ＲＡＭ４００２にロードされ、ＣＰＵ４００１による処理対象となる。なお、外部記憶装置４００７は、上記の記憶部１０６０として使用可能である。

10

【０１０９】

記憶媒体ドライブ４００８は、ＣＤ－ＲＯＭやＤＶＤ－ＲＯＭ等の記憶媒体に対するコンピュータプログラムやデータの読み書きが可能な装置であり、読み出したコンピュータプログラムやデータは、ＲＡＭ４００２や外部記憶装置４００７に対して出力される。なお、外部記憶装置４００７に保存されているものとして説明したコンピュータ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おいても良い。

【０１１０】

Ｉ／Ｆ４００９は、コンピュータ装置をネットワークや外部機器と接続するためのインターフェースとして機能するものであり、例えば、上記の画像取得部１０１０の機能も含む。図１，６，９の場合、Ｉ／Ｆ４００９は、カメラ１００を接続するためのアナログビデオポートあるいはＩＥＥＥ１３９４等のデジタル入出力ポート、また、各種情報を表示部２００に対して出力するためのＤＶＩポートなどによって構成される。

20

【０１１１】

ＣＰＵ４００１、ＲＡＭ４００２、ＲＯＭ４００３、キーボード４００４、マウス４００５、表示部４００６、外部記憶装置４００７、記憶媒体ドライブ４００８、Ｉ／Ｆ４００９は何れも、バス４０１０に接続されている。

【０１１２】

なお、以上説明したそれぞれの実施形態や変形例は、その一部若しくは全部を適宜組み合わせ使用しても構わないし、選択的に使用するようにしても構わない。

30

【０１１３】

（その他の実施例）

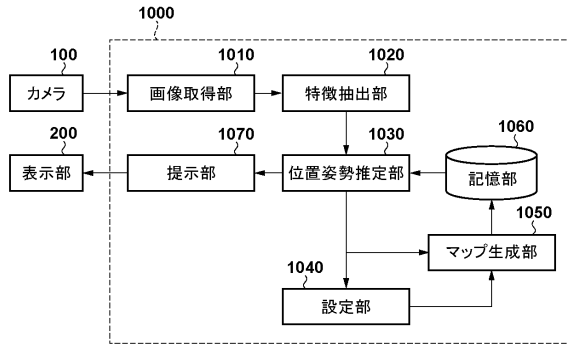
本発明は、上述の実施形態の１以上の機能を実現するプログラムを、ネットワーク又は記憶媒体を介してシステム又は装置に供給し、そのシステム又は装置のコンピュータにおける１つ以上のプロセッサがプログラムを読み出し実行する処理でも実現可能である。また、１以上の機能を実現する回路（例えば、ＡＳＩＣ）によっても実現可能である。

【符号の説明】

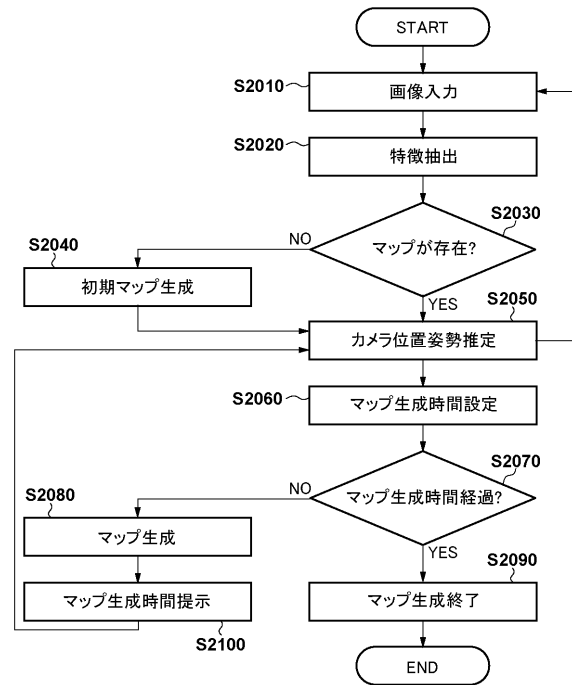
【０１１４】

１０３０：位置姿勢推定部 １０４０：設定部 １０５０：マップ生成部

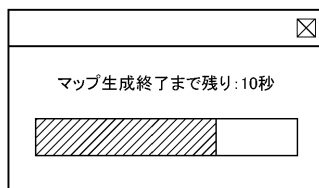
【図 1】



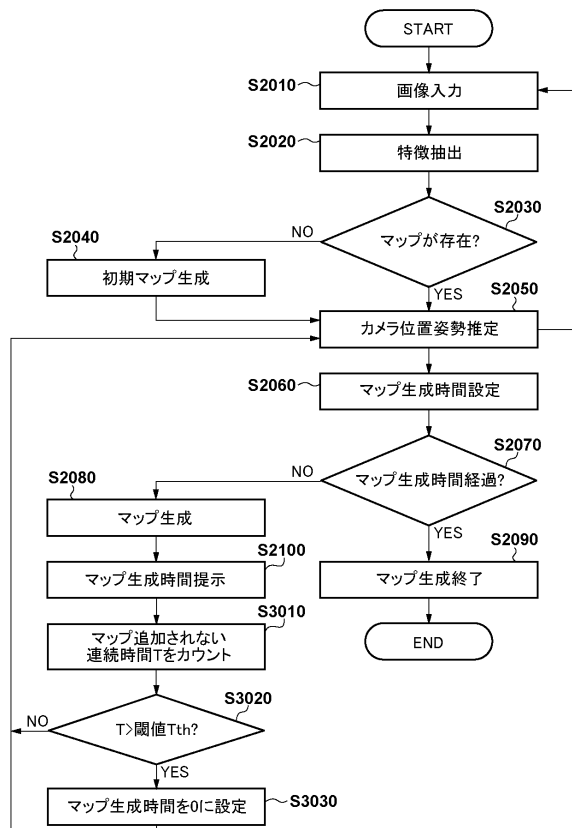
【図 2】



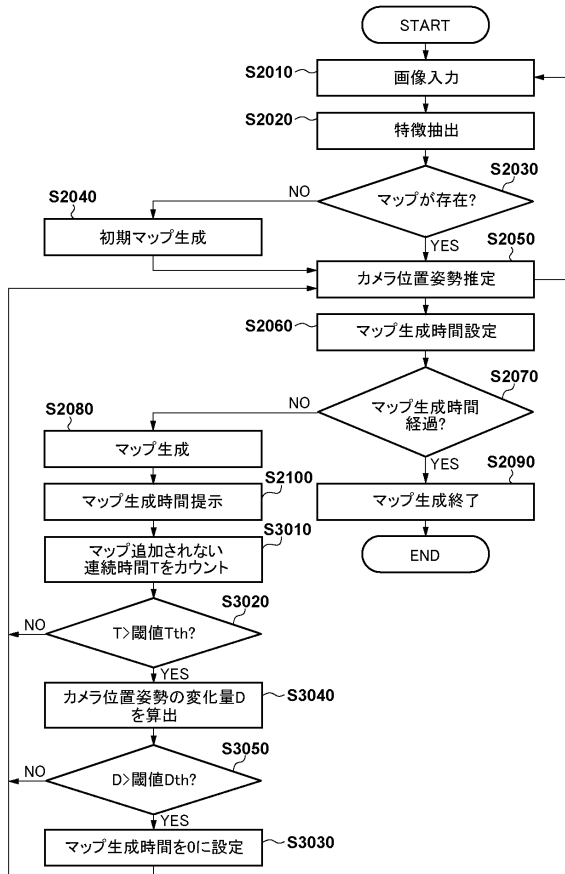
【図 3】



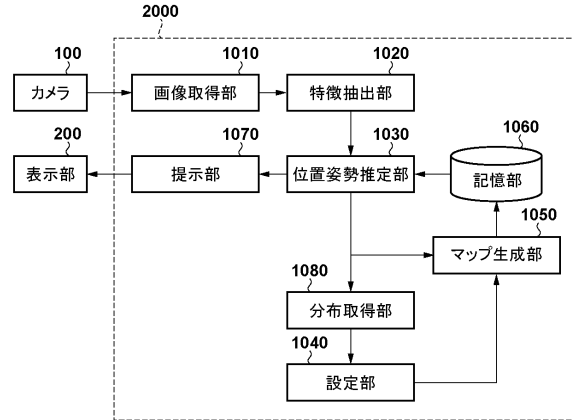
【図 4】



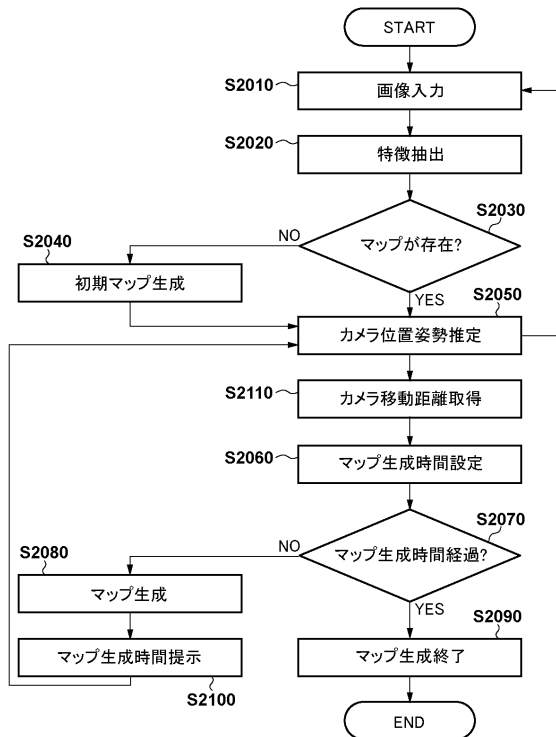
【図 5】



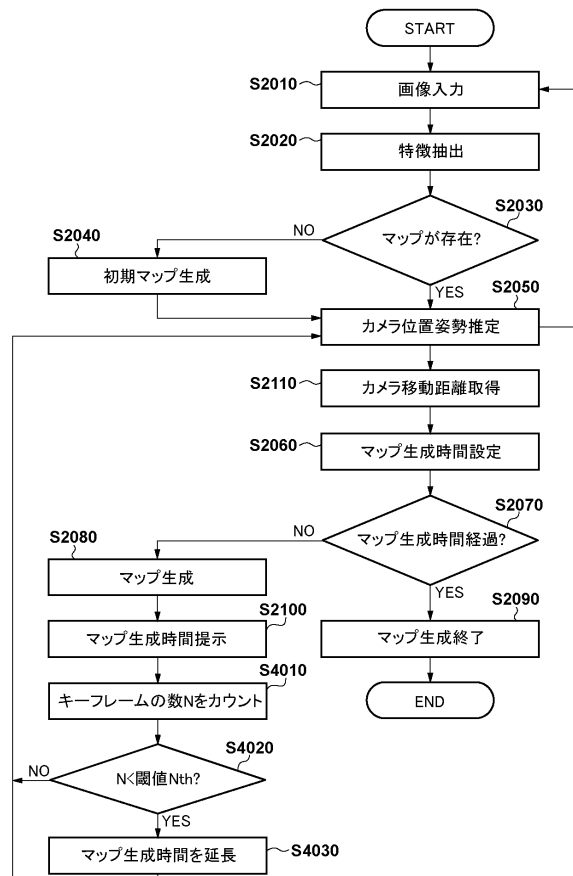
【図 6】



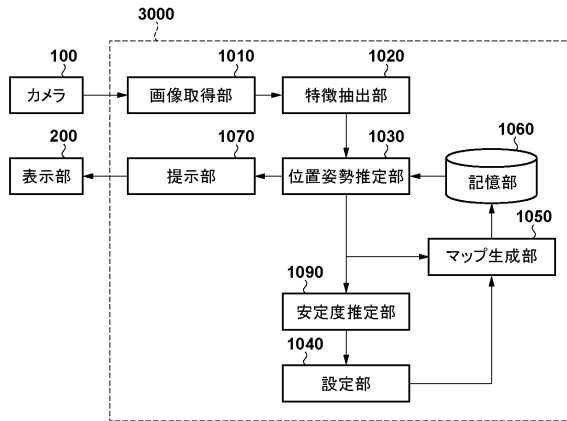
【図 7】



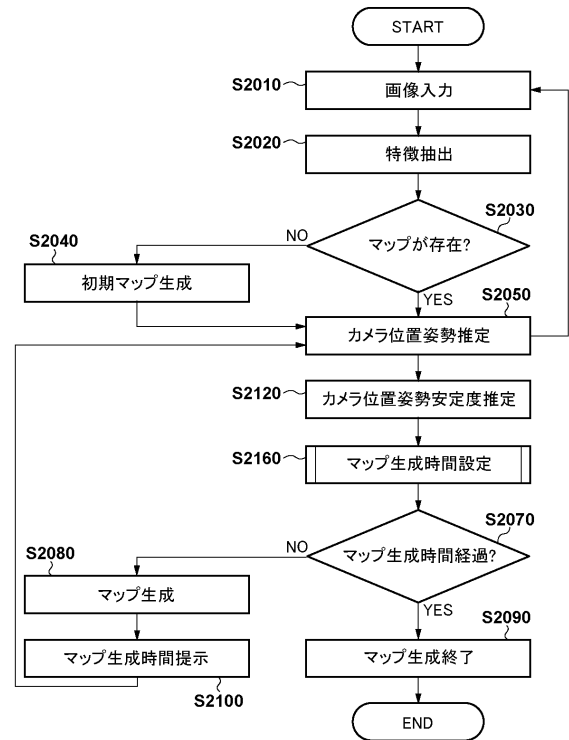
【図 8】



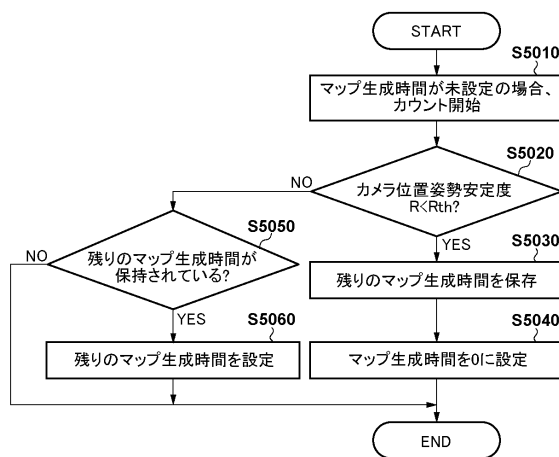
【図 9】



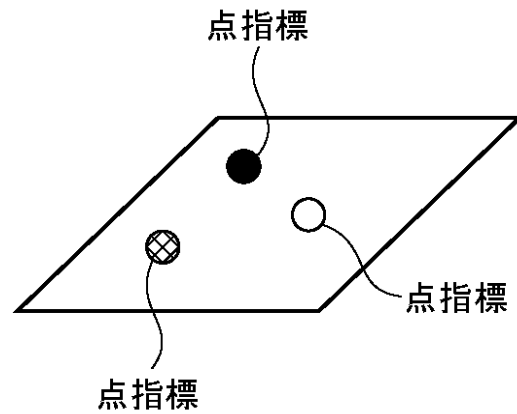
【図 10】



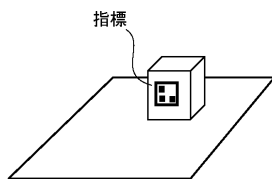
【図 11】



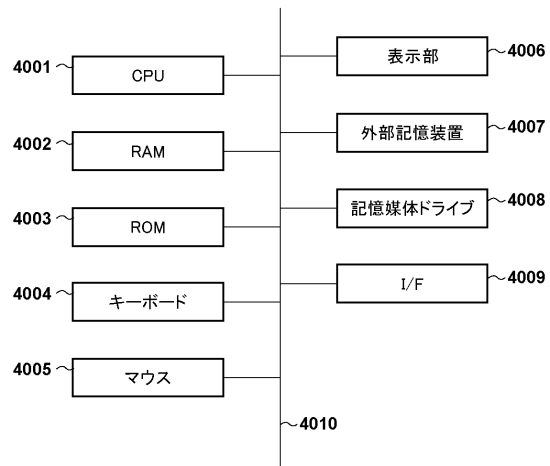
【図 13】



【図 12】



【図 14】



フロントページの続き

(72)発明者 荒谷 真一
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 國田 正久

(56)参考文献 特開2010-079869(JP,A)
特開2003-266345(JP,A)
特開2005-351883(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01B 11/00
G06T 1/00
H04N 5/225
H04N 5/232