

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2024年1月25日(25.01.2024)

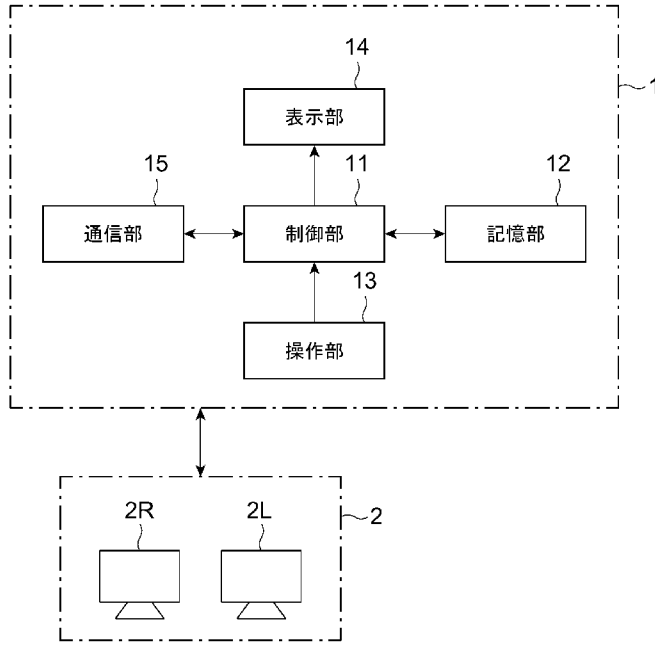


(10) 国際公開番号
WO 2024/018605 A1

- (51) 国際特許分類:
G06T 7/593 (2017.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/028392
- (22) 国際出願日: 2022年7月21日(21.07.2022)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 株式会社ソニー・インタラクティブエンタテインメント (SONY INTERACTIVE ENTERTAINMENT INC.) [JP/JP]; 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 木村 篤史 (KIMURA, Atsushi); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号
- (74) 代理人: 竹居 信利 (TAKEI Nobutoshi); 〒1600022 東京都新宿区新宿6丁目7-1 エルプリメント新宿308 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL,

(54) Title: IMAGE INFORMATION PROCESSING DEVICE, IMAGE INFORMATION PROCESSING METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 画像情報処理装置、画像情報処理方法、及びプログラム



(57) Abstract: An image information processing device according to the present invention receives a series of image data obtained by capturing images in a three-dimensional space via a moving camera, and estimates map information of an imaged object and camera orientation information from when each piece of image data was captured. The image information processing device includes a processor that: estimates the map information and the camera orientation information at a plurality of points; sets, as relevant points, a group of projection points projected onto mutually-different pieces of

WO 2024/018605 A1

PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK,
SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類 :

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

the image data obtained by capturing images of shared selection points in the captured three-dimensional space; compares the brightness of the projection points related to the relevant points; and executes an optimization process to optimize the estimated map information. In the optimization process, the processor recognizes objects, in the three-dimensional space, captured in each of the plurality of pieces of image data, and uses a prescribed method to select selection points from the recognized objects that were each captured in all of the plurality pieces of of image data.

(57) 要約 : 移動するカメラにて三次元空間内の像を撮像して得られた一連の画像データを受け入れて、各画像データを撮像したときのカメラの姿勢情報と、撮像された対象物のマップ情報とを推定する画像情報処理装置であって、複数の地点におけるカメラの姿勢情報及びマップ情報を推定し、撮像された三次元空間内の共通の選択点を、撮像して得た、互いに異なる前記画像データに投影した投影点の組を関係点として、当該関係点に係る投影点の輝度を比較して、推定したマップ情報を最適化する最適化処理とを実行するプロセッサを備える。最適化処理では、プロセッサが、複数の画像データにそれぞれ撮像された三次元空間内の物体を認識し、複数の画像データに共通して撮像されている、認識した物体上から、所定の方法で選択点を選択する。

明 細 書

発明の名称：

画像情報処理装置、画像情報処理方法、及びプログラム

技術分野

[0001] 本発明は、画像情報処理装置、画像情報処理方法、及びプログラムに関する。

背景技術

[0002] 各種のセンサを用いて自己位置と環境地図（マップ情報）とを同時的に推定する技術（SLAM：Simultaneous Localization and Mapping）が広く知られている。

[0003] このSLAMには種々の実現手法が知られているが、近年では、センサとしてカメラを用い（この場合のSLAMを特に、Visual SLAMと呼ぶが、ここでは単にSLAMと表記する）、互いに異なる位置・姿勢のカメラから撮像した複数の画像を得て、当該画像に撮像された対象物の輝度値を比較し、自己位置と環境地図とを推定するための種々のパラメータを最適化して取得するダイレクト法（Direct method）がポピュラーになってきている。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ダイレクト法を用いたSLAMでは、空間的に密（Dense）な情報を取得できる反面、最適化の対象となるパラメータの数が多くなり、演算負荷が高いという問題点があった。このため、従来のダイレクト法のSLAMではリアルタイムな演算が困難となっていた。

[0005] 本発明は上記実情に鑑みて為されたもので、ダイレクト法を採用したSLAMの演算負荷を軽減できる画像情報処理装置、画像情報処理方法、及びプログラムを提供することを、その目的の一つとする。

課題を解決するための手段

[0006] 上記従来例の問題点を解決するための本発明の一態様は、移動するカメラ

にて三次元空間内の像を撮像して得られた一連の画像データを受け入れて、各画像データを撮像したときのカメラの姿勢情報と、撮像された対象物のマップ情報とを推定する画像情報処理装置であって、プロセッサを有し、前記プロセッサが、複数の地点におけるカメラの姿勢情報及びマップ情報を推定する推定処理と、前記撮像された三次元空間内の共通の選択点を、前記撮像して得た、互いに異なる前記画像データに投影した投影点の組を関係点として、当該関係点に係る投影点の輝度を比較して、前記推定したマップ情報を最適化する最適化処理とを実行し、前記最適化処理では、前記プロセッサが、前記複数の画像データにそれぞれ撮像された三次元空間内の物体を認識し、複数の画像データに共通して撮像されている、前記認識した物体上から、所定の方法で前記選択点を選択することとしたものである。

発明の効果

[0007] 本発明によると、ダイレクト法を採用したSLAMの演算負荷を軽減できる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]本発明の実施の形態に係る画像情報処理装置の構成例を表すブロック図である。

[図2]本発明の実施の形態に係る画像情報処理装置の例を表す機能ブロック図である。

[図3]本発明の実施の形態に係る画像情報処理装置の動作例を表すフローチャート図である。

発明を実施するための形態

[0009] 本発明の実施の形態について図面を参照しながら説明する。本発明の実施の形態に係る画像情報処理装置1は、図1に例示するように、制御部11、記憶部12、操作部13、表示部14及び通信部15を含んで構成される。またこの画像情報処理装置1には、カメラ2が接続されてもよい。

[0010] カメラ2は、撮像の対象となった三次元空間内を移動しつつ、その撮像方向の像を逐次的に撮像し、画像データとして出力する。このカメラ2は、ス

テレオカメラであってもよく、その場合は、それぞれの撮像範囲に互いに共通の撮像対象が含まれるように撮像方向が設定され（つまり撮像範囲が重なりあうよう設定され）、互いに所定の距離だけ離れて配された一対のカメラ 2 L, 2 R を備えることとなる。この場合、カメラ 2 は、各カメラ 2 L, 2 R で撮像された画像データを出力する。

[0011] ここで制御部 11 は、CPU などのプロセッサ（プログラム制御デバイス）であり、記憶部 12 に格納されたプログラムに従って動作する。本実施の形態において、この制御部 11 は、三次元空間内の複数の撮影点で、移動するカメラ 2 により撮像された一連の画像データを得て、各画像データを撮像したときのカメラ 2 の姿勢情報と、撮像された対象物のマップ情報とを推定する。

[0012] 本実施の形態の例では、この制御部 11 は、複数の地点におけるカメラ 2 の姿勢情報及びマップ情報を推定する推定処理と、撮像された三次元空間内の少なくとも一つの点を選択点として選択し、当該選択点を、互いに異なる複数の画像データにそれぞれ投影した複数の投影点（画像データごとの投影点）を、互いに関係する関係点として、当該関係点の輝度を比較して、推定したマップ情報を最適化する最適化処理とを実行する。

[0013] ここでカメラ 2 の姿勢情報には、撮影点でのカメラの位置情報 t （並進成分）と、回転行列 R （回転成分）とを含む。またこの姿勢情報には、これら位置情報 t と、回転行列 R とに基づいて定めた、当該画像データにおけるカメラ 2 の射影行列 π を含んでもよい。射影行列 π は、グローバル座標系内の点を、画像（2次元）の対応する画素の位置にマッピングする行列であり、射影行列を、撮影点の位置情報 t （並進成分）と、回転行列 R （回転成分）と、内部パラメータ K に基づいて演算する方法は、広く知られているため、ここでの詳しい説明は省略する。

[0014] またマップ情報は、カメラ 2 によって撮像された三次元空間内での撮像対象（壁や柱、床面や机上などに配置された配置物など種々の物体を含む）の各点の座標情報を含む。この座標情報は、予め設定されたグローバル座標系

(カメラ2の姿勢等で変化しない座標系)での座標情報であるものとする。

[0015] 本実施の形態において、上記最適化処理では、制御部11は、上記複数の画像データにそれぞれ撮像された三次元空間内の物体を認識し、当該認識した物体上から、所定の方法で少なくとも一つを選択点を選択する。そして制御部11は、選択された選択点ごとに、当該選択点が撮像されている、互いに異なる複数の画像データにそれぞれ投影した複数の投影点を、互いに関係する関係点として、当該関係点の輝度を比較して、推定したマップ情報を最適化する最適化処理を行う。この制御部11の詳しい処理の内容については後に述べる。

[0016] 記憶部12は、メモリデバイスやディスクデバイス等であり、制御部11によって実行されるプログラムを保持する。またこの記憶部12は、処理の対象となる画像のデータ等を格納するなど、制御部11の処理に必要な種々のデータを保持し、そのワークメモリとしても動作する。

[0017] 操作部13は、情報処理装置1のユーザからの指示の入力を受け入れる。この操作部13は、例えば情報処理装置1が家庭用ゲーム機であれば、そのコントローラ(不図示)からユーザの操作内容を表す信号を受け入れ、当該操作内容を表す情報を、制御部11に出力する。表示部14は、ディスプレイ等に接続されており、制御部11から入力される指示に従って、指示された画像データをディスプレイ等に表示出力する。

[0018] 通信部15は、USBインタフェース等のシリアルインタフェースや、ネットワークインタフェース等を含んで構成される。この通信部15は、例えばシリアルインタフェースを介して接続されたカメラ等の外部の機器から画像のデータを受け入れて制御部11に出力する。また、この通信部15は、ネットワークを介して受信したデータを制御部11に出力し、また制御部11から入力される指示に従って、ネットワークを介してデータを送出する動作を行ってもよい。

[0019] 次に、制御部11の動作について説明する。本実施の形態のある例では、この制御部11は、記憶部12に格納されたプログラムを実行することで、

図2に例示するように、画像取得部20と、推定処理部200と、最適化部300と、マップ情報保持部400と、出力部25とを機能的に含む構成を実現する。

[0020] また推定処理部200は、マップ情報推定部210と、姿勢推定部220とを機能的に含む。最適化部300は、物体認識部310と、形状情報生成部320と、選択点選択部330と、初期化部340と、最適化処理部350とを機能的に含む。

[0021] 画像取得部20は、カメラ2から入力された、当該カメラ2により三次元空間中の複数の撮影点で撮像された画像データを取得する。

[0022] 推定処理部200のマップ情報推定部210は、画像取得部20が取得した複数の撮影点で撮像された複数の画像データを、それぞれ固有の識別情報（例えば連番でよい）を関連付けて記憶部12に保持し、当該保持した複数の画像データを利用して、当該画像データのうちから所定の条件を満足するキーフレームを選択する。またこのマップ情報推定部210は、当該画像データのそれぞれを撮像した際のカメラ2の位置から、当該画像データに含まれる各画素に撮像された対象までの距離を表すデプス情報を生成する。マップ情報推定部210は、当該生成したデプス情報のうち、少なくともキーフレームとして選択したデプス情報を、当該キーフレームとして選択された画像データの識別情報に関連付けてマップ情報保持部400に格納する。このときマップ情報推定部210は、キーフレームとして選択した画像データも、当該画像データの識別情報に関連付けてマップ情報保持部400に格納する。

[0023] さらにこのマップ情報推定部210は、生成したデプス情報に基づいて環境地図の情報を生成してマップ情報保持部400に格納する。これらのマップ情報推定部210の処理は、ダイレクト法 (Direct method) によるSLAM処理として広く知られた方法を採用できるもので、その一例を後に説明する。

[0024] また姿勢推定部220は、画像取得部20が取得し、記憶部12に保持し

た複数の撮影点で撮像された複数の画像データを用いて、各画像データを撮像した撮影点T及び当該画像データの撮像時のカメラ2の姿勢の情報Pを取得する。なおここではカメラ2の姿勢の情報をSLAM処理により複数の画像データに基づいて推定することとするが、本実施の形態の姿勢推定部220はこれに限らず、撮影時に実際の撮影時のカメラ2の姿勢の情報を計測して記録しておき、当該記録を利用して、各画像データを撮像した撮影点T及び当該画像データの撮像時のカメラ2の姿勢の情報Pを取得してもよい。姿勢推定部220は、取得した画像データの撮像時のカメラ2の姿勢の情報Pを、対応する画像データの識別情報に関連付けてマップ情報保持部400に格納する。

[0025] ここでマップ情報推定部210における具体的な処理例について説明する。本実施の形態の例では、マップ情報推定部210は、画像取得部20から新たな画像データが入力されるごとに、過去に入力され、記憶部12に保持した画像データのうちに所定の条件を満足する画像データ（キーフレーム）として選択された画像データが含まれるか否かを調べる。以下、新たに入力された画像データをカレントフレームと呼ぶ。なお、このキーフレームを選択する条件の例は、上記PTAM (G.Klein, D.W. Murray, Parallel Tracking and Mapping for Small AR Workspaces, ISMAR, pp.1-10, 2007 (DOI 10.1109/ISMAR.2007.4538852)) において利用される条件など、広く知られたものを採用できるが、以下では、最も近いキーフレームとの「距離」の情報を用いるものとする。なお、ここでの「距離」の語は、必ずしも数学的な距離の概念に合致する意味の距離でなくてもよいし、キーフレームとカレントフレームとのそれぞれの撮影点間のユークリッド距離であってもよい。

[0026] また、記憶部12に保持した画像データのうちに、キーフレームとして選択された画像データが含まれない場合は、マップ情報推定部210は、カメラ2が出力した複数の画像データに基づいてデプス情報を生成するか、あるいは、カメラ2がステレオカメラである場合は、マップ情報推定部210は、一対のカメラ2L, 2Rが出力した、カレントフレームであるステレオペ

アの画像データに基づいてデプス情報を生成する。

[0027] またマップ情報推定部210は、キーフレームとして選択された画像データが記憶部12に保持されているときには、次の処理を行う。すなわちマップ情報推定部210は、例えば直近に記憶部12に保持した画像データについて推定されたカメラ2の姿勢情報に基づき、当該画像データを撮像した位置から、カメラ2が等速、等角速度で移動するか、あるいは等加速度、等角速度で移動するものとしてカレントフレームを撮像した時点でのカメラ2の仮の姿勢情報を予測する。

[0028] そしてマップ情報推定部210は、この仮の姿勢情報を用いて、キーフレームとして選択された画像データのうち、カレントフレームとの距離が最小となるキーフレームを、注目キーフレームとして選択する。

[0029] 既に述べたように、ここでの距離はユークリッド距離であってもよいし、数学的な概念に合致する必要は必ずしもないので、ユークリッド距離とは異なる方法で決定される距離であってもよい。ユークリッド距離とは異なる距離の例として、例えば各撮影点でのカメラ2の視錐台における、カメラ2から所定の方法で定めた距離にある投影面内の所定の形状範囲を、各撮影点での対象領域として設定し、キーフレームの画像データを撮影した撮影点での対象領域が、カレントフレームの画像データを撮影した撮影点での対象領域に含まれる割合を距離の値とする方法などがある。

[0030] マップ情報推定部210は、カレントフレームと注目キーフレームとの距離（上記の意味での距離）が予め定めたしきい値を上回るなど、予め定められた、キーフレームを新たに設定すべき条件が満足されたときには、カレントフレームをキーフレームとして追加する。そしてマップ情報推定部210は、カレントフレーム以外の、これまでに選択されたキーフレームの情報を参照してデプス情報を生成する。

[0031] 例えばマップ情報推定部210は、カレントフレームとの間の距離が最小となる、カレントフレームとは異なるキーフレームを注目キーフレームとして選択する。マップ情報推定部210は、当該選択した注目キーフレームと

、カレントフレームとのそれぞれに含まれる画素の対応関係を、例えばエピソード検索 (epipolar search) により確立する。そしてマップ情報推定部 210 は、カレントフレームの各画素に撮像された対象物について、カレントフレームを撮像したカメラ 2 の撮像位置からの距離 (デプス) を推定し、対応する画像データの識別情報に関連付けて、当該推定して得たデプス情報を、マップ情報保持部 400 に格納する。この際、マップ情報推定部 210 は、当該推定したデプス情報に、注目キーフレームの画像データを識別する識別情報を、参照元キーフレームの識別情報としてさらに関連付けておく。

[0032] またマップ情報推定部 210 は、カレントフレームと、注目キーフレームとの距離が所定の距離しきい値を超える場合や、カレントフレームが最初に選択されたキーフレームである場合など、参照するキーフレームが見出せない場合は、マップ情報推定部 210 は、キーフレーム以外の複数の画像データに基づいて、あるいは (カメラ 2 がステレオカメラである場合は) 一対のカメラ 2L, 2R が出力した、カレントフレームであるステレオペアの画像データに基づいてデプス情報を生成することとしてもよい。

[0033] マップ情報推定部 210 は、キーフレームとして追加したカレントフレームに係る画像データと、生成したデプス情報とを、当該画像データの識別情報に関連付けて、マップ情報保持部 400 に格納する。

[0034] 一方、マップ情報推定部 210 は、キーフレームを新たに設定すべき条件が満足されない場合は、選択した注目キーフレームと、カレントフレームとのそれぞれに含まれる画素の対応関係を、例えばエピソード検索により確立する。そしてマップ情報推定部 210 は、カレントフレームの各画素に撮像された対象物について、カレントフレームを撮像したカメラ 2 の撮像位置からの距離 (デプス) を推定し、対応する画像データの識別情報に関連付けて、マップ情報保持部 400 に格納する。

[0035] なお、ここで説明したマップ情報推定部 210 の処理は一例であり、既に述べたように、マップ情報推定部 210 の処理としては、一般的なダイレクト法による SLAM の処理を採用してよく、広く知られた種々の方法を採用

できるので、ここでのさらに詳しい説明や種々の変形例については省略する。

[0036] マップ情報保持部400は、マップ情報推定部210が生成したマップ情報を保持する。ここでマップ情報は、三次元空間内に配された環境地図の情報であり、カメラ2により撮像された対象物の三次元空間中の形状（メッシュ情報でよい）や配置位置（グローバル座標系の座標の値で表される）を表す情報を含む。また本実施の形態の例では、マップ情報保持部400が保持するマップ情報には、少なくとも後に説明するキーフレームとして選択された画像データと、当該画像データに対応するデプス情報（画像データの各画素に撮像された対象物と当該画像データを撮像したカメラとの距離を表す情報）と、当該画像データを撮像したときのカメラ2の姿勢情報（位置及び、撮像方向等）を含む。

[0037] これにより、本実施の形態の画像情報処理装置1は、少なくともキーフレームの画像データにおいて、三次元空間中に配された対象物上の各点のグローバル座標系での座標を投影した画素（投影点）がどこにあるかを求めることが可能となる。

[0038] さらにこのマップ情報保持部400は、後に述べる最適化部300において生成されるオブジェクト情報を保持してもよい。ここでオブジェクト情報は、環境地図と同じ三次元空間、つまりグローバル座標系で所定の対象物が占める領域を特定する情報と、当該対象物のシェイプ・ベクトルとを含むものとする。

[0039] ここで対象物が占める領域は、対象物に外接する直方体の各頂点のグローバル座標系での値を特定する情報でよい。またシェイプ・ベクトルは、対象物の三次元的形状（例えば三次元空間内のポリゴンメッシュ形状）を表す特徴量ベクトル（埋め込みベクトル）である。ここでの例では、シェイプ・ベクトルは、例えば、Zhu, R., Wang, C., Lin, C.-H., Wang, Z. & Lucey, S. Object-Centric Photometric Bundle Adjustment with Deep Shape Prior. 2018 Ieee Winter Conf Appl Comput Vis Wacv 894-902 (2018) doi:10.1109

/wacv.2018.00103.等に記載の方法を採用して推定できる形状プライマ (shape primer) とする。

[0040] またこのマップ情報保持部400は、後に説明する最適化部300から入力される指示に従い、保持しているマップ情報を最適化部300に出力し、また最適化部300から入力される指示に従って、保持しているマップ情報を更新する。

[0041] 次に、最適化部300の動作について説明する。この最適化部300としての処理は、推定処理部200の処理とは非同期な処理として実行される。本実施の形態の例では、最適化部300は、推定処理部200のマップ情報保持部400に保持されたキーフレームに係る情報を利用して、マップ情報（環境地図やキーフレームに対応するカメラの姿勢の情報等）を最適化する。

[0042] [語の定義]

以下にその具体的動作について説明するが、それに先立って、以下の説明において用いる語を、次のように定める。

- ・ 選択点：三次元空間内の対象物上で選択された点
- ・ 投影点：いずれかのキーフレームに撮像された選択点に対応する、キーフレーム上の点（選択点からキーフレームに投影された点）
- ・ 関係点：複数のキーフレームに撮像された共通の選択点（当該選択点から各キーフレームに投影された投影点の組）
- ・ k 番目のキーフレーム F_k ($k = 1, 2, \dots$) の各画素を輝度値としたもの
：輝度関数 I_k
- ・ n 番目の対象物の三次元的形状を表す特徴量ベクトル（埋め込みベクトル）、例えば、Zhu, R., Wang, C., Lin, C.-H., Wang, Z. & Lucey, S. Object-Centric Photometric Bundle Adjustment with Deep Shape Prior. 2018 IEEE Winter Conf Appl Comput Vis Wacv 894-902 (2018) doi:10.1109/wacv.2018.00103.等に記載の方法を採用して推定できる形状プライマ (shape primer) : シェイプ・ベクトル ξ_n

- ・シェイプ・ベクトル ξ_n で表される対象物上の p 点のグローバル座標値：座標関数 $f(\xi_n, p)$
- ・キーフレーム F_k におけるカメラ 2 が撮像したグローバル座標系内の点を、キーフレーム F_k (2次元) の対応する画素の位置にマッピングする行列：カメラ射影行列 π_k
- ・キーフレーム F_k において、シェイプ・ベクトル ξ_n で表される対象物が撮像されている二次元的範囲：可視点集合 $V_k(\xi_n)$

[0043] [各部の説明]

最適化部 300 の物体認識部 310 は、キーフレームとして選択された画像データと、マップ情報とを参照して、環境地図が推定されている三次元空間中の対象物のうちから予め定められた種類の対象物を検出し、当該対象物が三次元空間内で占める領域を表す領域情報を生成して出力する。この領域情報は、グローバル座標系での座標値で表すこととしてよい。この検出は、一般的な物体認識処理であり、例えば、Ahmadyan, A., Zhang, L., Ablavatski, A., Wei, J. & Grundmann, M. Objectron: A Large Scale Dataset of Object-Centric Videos in the Wild with Pose Annotations. 2021 Ieee Cvf Conf Comput Vis Pattern Recognit Cvpr 00, 7818-7827 (2021). に開示された技術を採用できる。

[0044] なお、ここで検出される対象物は複数あってもよく、その場合、物体認識部 310 は、検出した対象物ごとに領域情報を生成して出力する。

[0045] 形状情報生成部 320 は、物体認識部 310 が三次元空間中から検出した対象物について、マップ情報を利用して、シェイプ・ベクトル ξ_l ($l = 1, 2 \dots$) を推定する。この形状情報生成部 320 は、物体認識部 310 が認識した対象物ごとに、当該対象物の占める三次元領域を表す領域情報と、当該対象物のシェイプ・ベクトル ξ_l とを含むオブジェクト情報を生成して記憶部 12 に格納する。

[0046] 選択点選択部 330 は、形状情報生成部 320 が生成したオブジェクト情報を逐次選択し、オブジェクト情報が表す対象物上の少なくとも一つの点（

三次元空間中の点)を、予め定められた方法で、選択点として選択する。

- [0047] 本実施の形態の一つの例では、選択点選択部330は、選択したオブジェクト情報に含まれるシェイプ・ベクトル ξ_n を参照し、当該シェイプ・ベクトル ξ_n が表す対象物の形状において、エッジ（複数の面が共有する辺）上の点を少なくとも一つ、選択点 p として選択し、その座標（グローバル座標値）を得る。
- [0048] そして選択点選択部330は、選択したオブジェクト情報を特定する情報と、当該オブジェクト情報に基づいて得られた選択点の座標と、当該選択点に固有の選択点識別子とを関連付けて、選択点情報として、記憶部12に格納する。
- [0049] 初期化部340は、記憶部12に格納された選択点情報に記録されている情報を順次、注目選択点情報として取得し、当該注目選択点情報が表す選択点（注目選択点）が撮像されている画像データであって、キーフレーム F_i （ $i = 1, 2, \dots$ ）として選択された画像データを、処理の対象として、記憶部12に格納されている画像データのうちから検索する。
- [0050] すなわち初期化部340は、記憶部12に格納されている画像データを逐次的に選択し、選択した画像データがキーフレーム F_i として選択されている画像データであれば、その識別情報に関連付けてマップ情報保持部400に保持されている、姿勢情報 θ_i 等のマップ情報を取得する。そして初期化部340は、この選択した画像データに、注目選択点に対応する対象物上の点が撮像されているか否かを調べる。この判断は、例えば、注目選択点に関連付けて記憶している座標値が、選択した画像データの撮像範囲（当該キーフレーム F_i の撮像時のカメラ2の視錐台）に含まれるか否かにより行うことができる。
- [0051] 初期化部340は、ここで選択した画像データに、注目選択点に対応する対象物上の点が撮像されていると判断すると、当該注目選択点情報に含まれる選択点識別子と、この画像データを特定する情報（キーフレーム F_i を特定する情報）とを特定する情報とを関連付けて、投影情報として記憶部12に

格納する。

- [0052] 初期化部340は、以上の処理を、選択点ごとに繰り返して実行し、選択点ごとに、当該選択点が撮像されている画像データを特定する情報を関連付けた投影情報を得る。
- [0053] 最適化処理部350は、いわゆるバンドル・アジャストメントの処理を実行するものである。本実施の形態の一例では、最適化処理部350は、記憶部12に格納された投影情報を参照して、一对のキーフレーム F_i , F_j ($i \neq j$ とする)に共通して撮像されている選択点について、当該選択点を各キーフレーム F_i , F_j を撮像したときのカメラ2の姿勢情報 θ_i , θ_j を用いて再投影し、各キーフレーム F_i , F_j 内で再投影して得られた座標(キーフレーム上の2次元座標)が表す画素の輝度の差(フォトメトリックエラー: Photometric Error)を最小化するように、カメラ2の姿勢情報 θ_i やシェイプ・ベクトル等のパラメータを最適化する。
- [0054] 具体的に、この最適化処理部350は、記憶部12に格納された選択点情報と投影情報とを参照し、選択点情報に記録されている情報を順次、注目選択点情報として取得する。最適化処理部350は、取得した注目選択点の選択点識別子に関連付けられている、画像データを特定する情報を、投影情報から検索する。
- [0055] ここで注目選択点の選択点識別子に関連付けられた画像データを特定する情報が複数ある場合、つまり、複数のキーフレームに、共通して注目選択点に相当する対象物上の点が撮像されていると判断される場合は、最適化処理部350は、当該注目選択点の選択点識別子に関連付けられた画像データを特定する情報を取得する。
- [0056] 最適化処理部350は、取得した情報で特定される画像データ(キーフレーム F_i , F_j ...)に係る姿勢情報 θ_i , θ_j ...と、選択点情報から取得した注目選択点のグローバル座標値とを用い、注目選択点が撮像されている、各キーフレーム F_i , F_j ...における注目選択点を投影した位置(投影点) P_i , P_j ...を求め、これらキーフレームを特定する情報 F_i と対応する投影点 P_i とを

関連付けた情報の組を、関係点として記憶部 1 2 に格納して、上記処理を繰り返す。

[0057] また注目選択点の選択点識別子に関連付けられた画像データを特定する情報が 1 つ以下である場合は、最適化処理部 3 5 0 は、選択点情報に含まれる次の（これまでに未選択の）情報を注目選択点として選択して上記処理を繰り返す。

[0058] 最適化処理部 3 5 0 は、選択点情報に含まれるすべての情報について選択して、上記処理を行うまで繰り返す。

[0059] そして最適化処理部 3 5 0 は、フォトメトリックエラー E を、

[数1]

$$E = \sum_{i=1}^N \sum_{j \neq i}^N \sum_{k=1}^M \sum_{I \in V(\xi_k)} e(\theta_i, \theta_j, f(\xi_k, l)) \quad (1)$$

として求める（Nはキーフレームの総数、Mは対応する投影点の数）。ここで e は、関係点に含まれる一対のキーフレーム F_i、F_jのすべての組み合わせについての、一方のキーフレーム F_i中の対応する投影点 P_iの輝度値 I_i(P_i) = I_i(π_i(θ_i · p)) と、他方のキーフレーム F_j中の対応する投影点 P_jの輝度値 I_j(P_j) = I_j(π_j(θ_j · p)) との差の絶対値の二乗に比例する値であり、例えば

[数2]

$$e(\theta_i, \theta_j, p) = \frac{1}{2} \| I_i(\pi_i(\theta_i \cdot p)) - I_j(\pi_j(\theta_j \cdot p)) \|^2$$

で表される値である。

[0060] 最適化処理部 3 5 0 は、(1) 式で表されるフォトメトリックエラー E を最小化するように、カメラ 2 の姿勢情報 θ_i、注目オブジェクト情報に含まれるシェイプ・ベクトル ξ_n、及び注目デプス情報（以下、対象パラメータと呼ぶ）を最適化する。この最適化の方法は、対象パラメータのそれぞれを微小更

新しつ、フォトメトリックエラーEが最小となる対象パラメータの組み合わせを見出すもので、非線形関数を最小化するための方法、例えばガウスニュートン法や、レーベンバーグ・マルカート法などの広く知られた方法を採用できるので、ここでの詳しい説明は省略する。

[0061] 最適化処理部350は、ここで最適化した対象パラメータで、マップ情報保持部400に保持されている、対応する情報を上書きし、マップ情報保持部400に保持されている情報を最適化する。

[0062] 出力部25は、マップ情報保持部400に保持されている情報を外部に出力する。この出力部25は、マップ情報保持部400に保持されている環境地図の情報を外部に出力して、種々の使用に供する。

[0063] [動作]

本発明の実施の形態に係る画像情報処理装置1は以上の構成を備えており、次のように動作する。以下の説明では、画像情報処理装置1は、三次元空間中を移動しつつ画像を撮像するカメラ2から複数の撮影点で撮像された画像データの入力を受け入れる。

[0064] 画像情報処理装置1は、環境地図の情報を推定する処理（推定処理）と、推定された環境地図に係る情報を最適化する最適化処理とを非同期的に実行する。推定処理では、画像情報処理装置1は、ダイレクト法によるSLAM処理により、撮像された画像データの一部をキーフレームとして選択し、当該キーフレームの撮影点でのカメラ2の姿勢情報や、当該撮影点で撮像された対象物の各点と撮影点との距離を表す情報（デプス情報）を得る。

[0065] また画像情報処理装置1は、キーフレーム以外の画像データについては、キーフレームに係る姿勢情報やデプス情報を用いて、当該画像データの撮影点でのカメラ2の姿勢情報等の推定処理を行う。

[0066] さらに画像情報処理装置1は、ここで得られた情報に基づき環境地図の情報を生成する。この環境地図の情報は、グローバル座標系（カメラ2の移動軌跡に関わらず固定された座標系）内で再構成された、カメラ2によって撮像された対象物の位置及びその色などを表す情報である。

- [0067] 画像情報処理装置 1 は、キーフレームとして選択した画像データと、対応する姿勢情報と、デプス情報とを互いに関連付けてマップ情報保持部 400 に格納し、また推定して得た環境地図の情報も、マップ情報保持部 400 に格納する。
- [0068] 一方、画像情報処理装置 1 は、最適化処理として、図 3 に例示する処理を実行する。画像情報処理装置 1 は、マップ情報を参照して、環境地図が推定されている三次元空間中の対象物のうちから予め定められた種類の対象物を少なくとも一つ検出して (S 11)、当該対象物が三次元空間内で占める領域を表す領域情報を生成して出力する。
- [0069] 画像情報処理装置 1 は、また、ステップ S 11 において三次元空間中から検出した対象物のシェイプ・ベクトル ξ_l ($l = 1, 2, \dots$) を推定する。そして画像情報処理装置 1 は、ステップ S 11 で認識した対象物ごとに、当該対象物の占める三次元領域を表す領域情報と、当該対象物のシェイプ・ベクトル ξ_l とを含むオブジェクト情報を生成して記憶部 12 に格納する (S 12)。
- [0070] 画像情報処理装置 1 は、ステップ S 12 で生成したオブジェクト情報を逐次選択し、選択したオブジェクト情報に含まれるシェイプ・ベクトル ξ_n を参照して、当該シェイプ・ベクトル ξ_n が表す対象物の形状において、エッジ (複数の面が共有する辺) 上の点を少なくとも一つ、選択点 p として選択する (S 13)。画像情報処理装置 1 は、当該選択した選択点 p の座標 (グローバル座標値) を得て、選択したオブジェクト情報を特定する情報と、当該オブジェクト情報に基づいて得られた選択点 p の座標と、当該選択点に固有の選択点識別子とを関連付けて、選択点情報として、記憶部 12 に格納する (S 14)。
- [0071] 次に画像情報処理装置 1 は、ステップ S 14 で格納した選択点情報に含まれる選択点ごとの情報を順次、注目選択点情報として取得し、当該注目選択点情報が表す選択点 (注目選択点) が撮像されている画像データであって、キーフレーム F_i ($i = 1, 2, \dots$) として選択された画像データを、処理の

対象として、記憶部12に格納されている画像データのうちから検索する（S15）。

[0072] この検索は、注目選択点に関連付けて記憶している座標値が、選択した画像データの撮像範囲（当該キーフレーム F_i の撮像時のカメラ2の視錐台）に含まれるか否かにより行えばよい。画像情報処理装置1は、検索により見出した画像データを特定する情報（キーフレーム F_i を特定する情報）と、注目選択点情報に含まれる選択点識別子とを関連付けて、投影情報として記憶部12に格納しておく。

[0073] また画像情報処理装置1は、ステップS15で検索して得られた、注目選択点の選択点識別子に関連付けられている、画像データを特定する情報が複数あるか否かを調べ（S16）、複数あれば（S16:Yes）、当該注目選択点の選択点識別子に関連付けられた画像データを特定する情報を取得する。

[0074] そして画像情報処理装置1は、当該取得した情報で特定される画像データ（キーフレーム F_i, F_j …）に係る姿勢情報 θ_i, θ_j …と、選択点情報から取得した注目選択点のグローバル座標値とを用い、注目選択点が撮像されている、各キーフレーム F_i, F_j …における注目選択点を投影した位置（投影点） P_i, P_j …を求め、これらキーフレームを特定する情報 F_i と対応する投影点 P_i とを関連付けた情報の組を、関係点として記憶部12に格納して（S17）、ステップS15に戻って処理を続ける。

[0075] 一方、ステップS16において、注目選択点の選択点識別子に関連付けられた画像データを特定する情報が複数ない（1つ以下である）場合（S16:No）、画像情報処理装置1は、ステップS15に戻って処理を続ける。

[0076] 画像情報処理装置1は、選択点情報に記録されているすべての情報について、ステップS15からS17の処理が終了すると、関係点に含まれる一対のキーフレーム F_i, F_j のすべての組み合わせについての、一方のキーフレーム F_i 中の対応する投影点 P_i の輝度値 $I_i(P_i) = I_i(\pi_i(\theta_i \cdot p))$ と、他方のキーフレーム F_j 中の対応する投影点 P_j の輝度値 $I_j(P_j) = I_j$

($\pi_j(\theta_j \cdot p)$) との差の絶対値の二乗に比例する値：

[数2]

$$e(\theta_i, \theta_j, p) = \frac{1}{2} \|I_i(\pi_i(\theta_i \cdot p)) - I_j(\pi_j(\theta_j \cdot p))\|^2$$

を求め (S 18)、これを総和して、フォトメトリックエラーEを、

[数1]

$$E = \sum_{i=1}^N \sum_{j \neq i}^N \sum_{k=1}^M \sum_{I \in V(\xi_k)} e(\theta_i, \theta_j, f(\xi_k, l)) \quad (1)$$

として求める (S 19)。

[0077] 画像情報処理装置1は、(1)式で表されるフォトメトリックエラーEを最小化するように、カメラ2の姿勢情報 θ_i 、注目オブジェクト情報に含まれるシェイプ・ベクトル ξ_n 、及び注目デプス情報を含む対象パラメータを更新する。そして画像情報処理装置1は、当該更新した対象パラメータで、マップ情報保持部400に保持されている、対応する情報を上書きし、マップ情報保持部400に保持されている情報を最適化する (S 20)。

[0078] ここで対象パラメータの更新の方法や収束条件の判定などは、ガウスニュートン法や、レーベンバーグ・マルカート法などを利用した、非線形関数の最小化のための広く知られた方法を採用できるので、ここでのこれ以上の詳しい説明は省略する。

[0079] 画像情報処理装置1は、以下、所定の回数まで (または所定の収束条件を満足するまで)、図3の処理を繰り返す。

[0080] 画像情報処理装置1は、ユーザから入力される指示などによって、最適化後の、マップ情報保持部400に保持されている情報、例えば環境地図の情報を、外部に出力して種々の使用に供する。

[0081] 本実施の形態によると、最適化の対象が、オブジェクト情報によって表される対象物上の関係点となっており、選択する注目点の数、つまり関係点の

数を制限することで、バンドル・アジャストメントの処理の負荷を低減できる。

[0082] [変形例]

ここまでの説明では、画像情報処理装置 1 は、三次元空間中で認識した対象物について、当該対象物上の点を、複数のキーフレームのそれぞれの撮像時のカメラに対して再投影し、そのフォトメトリックエラーを最小化してバンドル・アジャストメントを行う例をしめしたが本実施の形態の画像情報処理装置 1 は、この最適化処理とともに、さらに、当該最適化処理の結果を利用した第 2 段階のバンドル・アジャストメント処理（本発明における第 2 最適化処理）を実行してもよい。

[0083] この第 2 段階のバンドル・アジャストメント処理では、画像情報処理装置 1 は、上記最適化処理の結果を利用して、キーフレームと対応するデプス情報とに係るフォトメトリックエラー、及び、三次元空間中で認識した対象物上の点と複数のキーフレームのそれぞれの撮像時のカメラとの距離、並びにデプス情報の誤差（座標上の誤差：ジオメトリックエラー）の双方を最小化する。

[0084] この例では画像情報処理装置 1 は、対象物上に設定した選択点をキーフレームに投影した投影点を用いてフォトメトリックエラーを最小化した後、次の処理を行う。

[0085] 画像情報処理装置 1 は、注目キーフレーム中に撮像され、注目キーフレームから認識された対象物上の複数の点を、第 2 選択点として選択し、その画像データ中の座標 $u(x, y)$ と、注目デプス情報における当該座標に対応する画素のデプス値 d_u とを取得する。

[0086] 画像情報処理装置 1 は、当該第 2 選択点について、当該第 2 選択点が撮像されている一対のキーフレーム F_i, F_j におけるフォトメトリックエラー e_p :

[数3]

$$e_p(\theta_{i,j}, u, d_u, \xi) = \frac{1}{2} \|I_i(u) - I_j(\pi_j(\theta_{i,j} \cdot \pi_i^{-1}(u, d_u)))\|^2$$

と、ジオメトリックエラー e_g :

[数4]

$$e_g(\theta_{i,j}, u, d_u, \xi) = \frac{1}{2} \lambda \|d_u - \text{dist}(\xi, \theta_i, u)\|^2$$

とを演算する。そして画像情報処理装置 1 は、これらから求められるコスト関数 E_c :

[数5]

$$E_c = \sum_{i=1}^N \sum_{j \neq i}^N \sum_{u, d_u \in V_{i,j}} (e_p(\theta_{i,j}, u, d_u, \xi) + e_g(\theta_{i,j}, u, d_u, \xi)) \quad (2)$$

を演算しつつ、このコスト関数 E_c を最小化するようにカメラ 2 の姿勢行列 $\theta_{i,j}$ 、シェイプ・ベクトル ξ 、デプス値 d_u を更新する。

[0087] なお、ここで姿勢行列 $\theta_{i,j}$ は、一对のキーフレーム F_i 、 F_j の一方のキーフレーム F_i のカメラ 2 の姿勢行列を、他方のキーフレーム F_j のカメラ 2 の姿勢行列に変換する相対姿勢行列であり、従って

[数6]

$$\pi_j(\theta_{i,j} \cdot \pi_i^{-1}(u, d_u))$$

は、一方のキーフレーム F_i における u 点（注目デプス情報によりカメラ 2 から対象物までの距離が d_u となっている点）のグローバル座標系内での点を、他方のキーフレーム F_j を撮像したカメラ 2 に再投影したときに、他方のキーフレーム F_j 内のどの座標に相当するかを評価するものとなる。

[0088] また、 $\text{dist}(\xi, \theta_i, u)$ は、一方のキーフレーム F_i の点 u における対象物までの距離（ここでの距離はカメラ 2 から対象物上の該当する点までのユークリッド距離）を、シェイプ・ベクトル ξ とカメラ 2 の姿勢情報 θ_i とを用いて求める関数である（従ってデプス情報の値とは異なる値となり得る）。さらに $u, d_u \in V_{i,j}$ は、点 u, d_u に対応する点がキーフレーム F_i, F_j の双方に撮像されていることを意味する。

[0089] 本実施の形態のこの例では、対象物上の点を、複数のキーフレームのそれぞれの撮像時のカメラに対して再投影し、そのフォトメトリックエラーを最小化するバンドル・アジャストメントにより、カメラ 2 の姿勢情報を既に最適化しており、画像データにおいて対象物を検出した領域のデプス情報も最適化された状態であることから、上記第 2 段階のバンドル・アジャストメントの際に、比較的密な環境地図のバンドル・アジャストメントの処理を実行しても、比較的低い処理負荷でその処理が可能となる。

[0090] [関係点, 第 2 関係点の選択]

ここまでの説明において、バンドル・アジャストメントを行うための関係点の選択は、認識された対象物のエッジ上の点からランダムに選択するとしていたが、本実施の形態における関係点の選択方法は、この例に限られない。

[0091] 例えば画像情報処理装置 1 は、フォトメトリックエラーの最小化を行うことを考慮して、認識された対象物の領域のうちから、輝度のテクスチャの複雑度に応じて選択点を選択してもよい。

[0092] この例では画像処理装置 1 の制御部 11 は、選択点選択部 330 としての処理において、三次元空間中から検出した対象物が撮像されているキーフレーム F_i について輝度関数 I_i の画像勾配（輝度勾配）を求める。この画像勾配は、広く知られたソーベル（Sobel）フィルタなどの勾配検出フィルタを適用する処理として広く知られたものを採用できる。またこの例の選択点選択部 330 は、求めた画像勾配において、予め定めたしきい値を超える画素の座標（キーフレーム F_i 内の画素の座標値でよい）の集合 S_i を、処理の対象

とした画像データから検出しておく。

[0093] そして制御部11は、選択点選択部330としての処理において、注目キーフレームFi内で、抽出した（いずれかのオブジェクト識別子nに関連付けられた）オブジェクト情報に係る対象物の領域に対応する画像の範囲内にあり、かつ、先に検出した集合Siに含まれる画素の座標を少なくとも一つ選択点pとして選択して、その座標（グローバル座標値）を得る。

[0094] また画像情報処理装置1は、第2段階のバンドル・アジャストメントの処理における第2関係点の選択の際にも、上述の処理と同様に、認識された対象物の領域のうちから、輝度のテクスチャの複雑度に応じて第2選択点を選択することとしてよい。

[0095] さらに本実施の形態では、画像情報処理装置1は、選択点（または第2選択点）を逐次的に複数選択するが、新たな選択の際には、それまでに選択したどの選択点（または第2選択点）とのグローバル座標系でのユークリッド距離も予め定めたとしきい値を超えるものとなるよう選択点（または第2選択点）を選択することとしてもよい。これにより、環境地図中に、選択点（または第2選択点）ができるだけ一様に分布するように選択される。

[0096] あるいは、画像情報処理装置1は、選択点（または第2選択点）を逐次的に複数選択する際、それまでに選択したどの選択点（または第2選択点）とも、いずれのキーフレームの2次元座標でのユークリッド距離（画素間の距離）でも、予め定めたとしきい値を超えるものとなるよう選択点（または第2選択点）を選択することとしてもよい。この例によると、キーフレーム中に選択点（または第2選択点）ができるだけ一様に分布するように選択される。

符号の説明

[0097] 1 画像情報処理装置、2 カメラ、11 制御部、12 記憶部、13 操作部、14 表示部、15 通信部、20 画像取得部、25 出力部、200 推定処理部、210 マップ情報推定部、220 姿勢推定部、300 最適化部、310 物体認識部、320 形状情報生成部、330

選択点選択部、340 初期化部、350 最適化処理部、400 マッ
プ情報保持部。

請求の範囲

- [請求項1] 移動するカメラにて三次元空間内の像を撮像して得られた一連の画像データを受け入れて、各画像データを撮像したときのカメラの姿勢情報と、撮像された対象物のマップ情報とを推定する画像情報処理装置であって、
- プロセッサを有し、
- 前記プロセッサが、複数の地点におけるカメラの姿勢情報及びマップ情報を推定する推定処理と、
- 前記撮像された三次元空間内の共通の選択点を、前記撮像して得た、互いに異なる前記画像データに投影した投影点の組を関係点として、当該関係点に係る投影点の輝度を比較して、前記推定したマップ情報を最適化する最適化処理とを実行し、
- 前記最適化処理では、前記プロセッサが、前記複数の画像データにそれぞれ撮像された三次元空間内の物体を認識し、複数の画像データに共通して撮像されている、前記認識した物体上から、所定の方法で前記選択点を選択する画像情報処理装置。
- [請求項2] 請求項1に記載の画像情報処理装置であって、
- 前記選択点を選択する所定の方法が、前記認識した物体の領域のうち、当該物体のエッジに相当する領域から選択点を選択する方法である画像情報処理装置。
- [請求項3] 請求項1に記載の画像情報処理装置であって、
- 前記選択点を選択する所定の方法が、前記認識した物体の領域のうちから、テクスチャの複雑度に応じて選択点を選択する方法である画像情報処理装置。
- [請求項4] 請求項1に記載の画像情報処理装置であって、
- さらに、前記プロセッサは、前記最適化処理の結果を利用し、座標上の誤差を用いた第2最適化処理を行う画像情報処理装置。
- [請求項5] プロセッサを有し、移動するカメラにて三次元空間内の像を撮像し

て得られた一連の画像データを受け入れて、各画像データを撮像したときのカメラの姿勢情報と、撮像された対象物のマップ情報とを推定する画像情報処理装置を用いて、

前記プロセッサが、複数の地点におけるカメラの姿勢情報及びマップ情報を推定し、

前記撮像された三次元空間内の共通の選択点を、前記撮像して得た、互いに異なる前記画像データに投影した投影点の組を関係点として、当該関係点に係る投影点の輝度を比較して、前記推定したマップ情報を最適化し、

前記最適化を行う際に、前記プロセッサが、前記複数の画像データにそれぞれ撮像された三次元空間内の物体を認識し、複数の画像データに共通して撮像されている、前記認識した物体上から、所定の方法で前記選択点を選択する画像情報処理方法。

[請求項6]

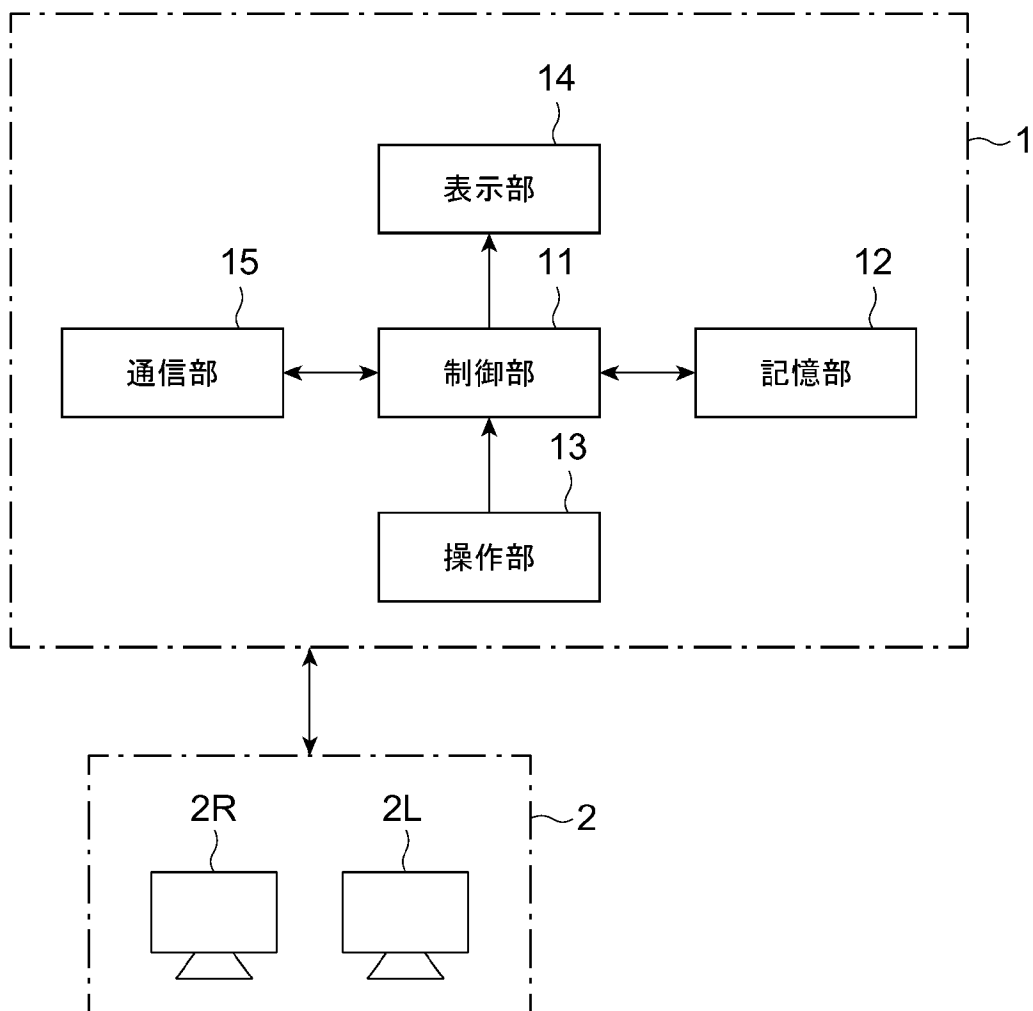
画像情報処理装置に、移動するカメラにて三次元空間内の像を撮像して得られた一連の画像データを受け入れて、各画像データを撮像したときのカメラの姿勢情報と、撮像された対象物のマップ情報とを推定させるためのプログラムであって、

前記画像情報処理装置に、

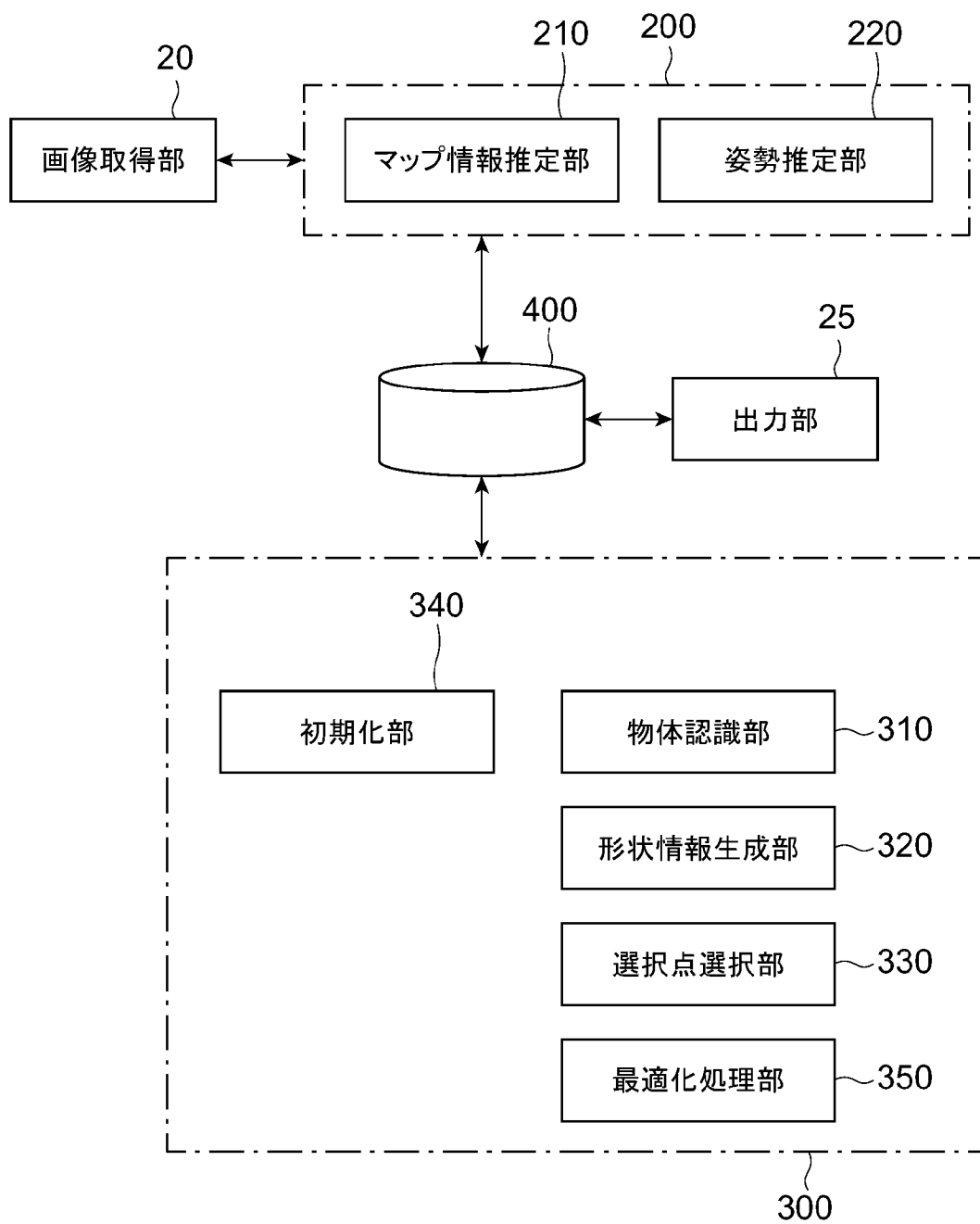
複数の地点におけるカメラの姿勢情報及びマップ情報を推定させ、前記撮像された三次元空間内の共通の選択点を、前記撮像して得た、互いに異なる前記画像データに投影した投影点の組を関係点として、当該関係点に係る投影点の輝度を比較して、前記推定したマップ情報を最適化するよう機能させ、

前記最適化を行う際には、前記複数の画像データにそれぞれ撮像された三次元空間内の物体を認識し、複数の画像データに共通して撮像されている、前記認識した物体上から、所定の方法で前記選択点を選択させるプログラム。

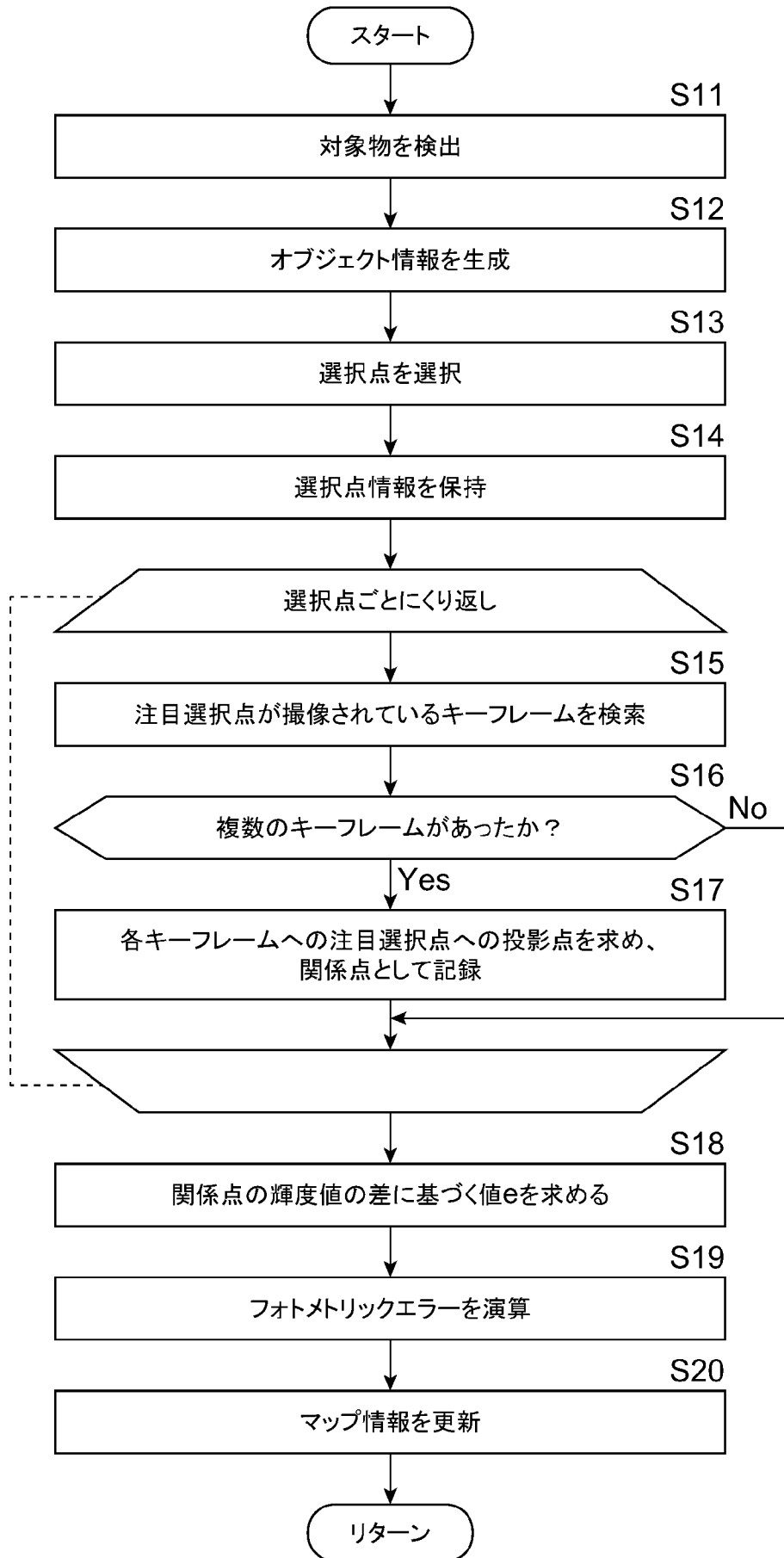
[図1]



[図2]



[図3]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/028392

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
G06T 7/593(2017.01) FI: G06T7/593		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G06T7/593		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2022 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2008-304268 A (SONY CORP.) 18 December 2008 (2008-12-18) paragraphs [0032], [0047], [0074], fig. 8	1-3, 5-6 4
Y	JP 11-25277 A (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) 29 January 1999 (1999-01-29) paragraphs [0109]-[0284]	1-3, 5-6
Y	JP 2018-22247 A (CANON INC.) 08 February 2018 (2018-02-08) paragraph [0068]	1-3, 5-6
Y	CN 111275764 A (NANKAI UNIVERSITY) 12 June 2020 (2020-06-12) paragraph [0003]	1-3, 5-6
Y	JP 2006-252275 A (JAPAN SCIENCE & TECHNOLOGY AGCY.) 21 September 2006 (2006-09-21) paragraph [0026]	2-3
Y	JP 2002-208011 A (FUJITSU LTD.) 26 July 2002 (2002-07-26) paragraph [0038]	2-3
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 05 October 2022		Date of mailing of the international search report 18 October 2022
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No. PCT/JP2022/028392

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2008-304268 A	18 December 2008	US 2008/0304707 A1 paragraphs [0049], [0066], [0094], fig. 8	
JP 11-25277 A	29 January 1999	US 6546120 B1 column 12, line 54 to column 25, line 59	
JP 2018-22247 A	08 February 2018	(Family: none)	
CN 111275764 A	12 June 2020	(Family: none)	
JP 2006-252275 A	21 September 2006	(Family: none)	
JP 2002-208011 A	26 July 2002	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G06T 7/593(2017.01)i FI: G06T7/593		
B. 調査を行った分野		
調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） G06T7/593		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの		
日本国実用新案公報 1922 - 1996年 日本国公開実用新案公報 1971 - 2022年 日本国実用新案登録公報 1996 - 2022年 日本国登録実用新案公報 1994 - 2022年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 2008-304268 A (ソニー株式会社) 18.12.2008 (2008 - 12 - 18) 段落 [0032] , [0047] , [0074] , [図8]	1-3, 5-6 4
Y	JP 11-25277 A (松下電器産業株式会社) 29.01.1999 (1999 - 01 - 29) 段落 [0109] - [0284]	1-3, 5-6
Y	JP 2018-22247 A (キヤノン株式会社) 08.02.2018 (2018 - 02 - 08) 段落 [0068]	1-3, 5-6
Y	CN 111275764 A (NANKAI UNIVERSITY) 12.06.2020 (2020 - 06 - 12) 段落 [0003]	1-3, 5-6
Y	JP 2006-252275 A (独立行政法人科学技術振興機構) 21.09.2006 (2006 - 09 - 21) 段落 [0026]	2-3
Y	JP 2002-208011 A (富士通株式会社) 26.07.2002 (2002 - 07 - 26) 段落 [0038]	2-3
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 05.10.2022	国際調査報告の発送日 18.10.2022	
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 山田 辰美 5H 8383 電話番号 03-3581-1101 内線 3531	

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
 PCT/JP2022/028392

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2008-304268 A	18.12.2008	US 2008/0304707 A1 段落 [0049] , [0066] , [0094] , [図8]	
JP 11-25277 A	29.01.1999	US 6546120 B1 第12欄54行目－第25欄59行 目	
JP 2018-22247 A	08.02.2018	(ファミリーなし)	
CN 111275764 A	12.06.2020	(ファミリーなし)	
JP 2006-252275 A	21.09.2006	(ファミリーなし)	
JP 2002-208011 A	26.07.2002	(ファミリーなし)	