

(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
2020年12月24日(24.12.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/255409 A1

(51) 国際特許分類:
G06Q 50/10 (2012.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2019/024817

(22) 国際出願日: 2019年6月21日(21.06.2019)

(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: 大橋 良徳 (OHASHI, Yoshinori); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 株式会社ソニー・インタラクティブエンタテインメント内 Tokyo (JP). 越智 敬之 (OCHI, Takayuki); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 株式会社ソニー・インタラクティブエンタテインメント内 Tokyo (JP).

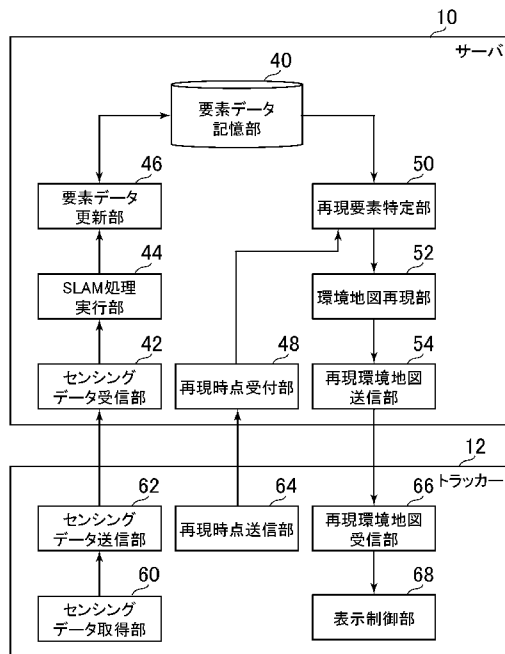
(74) 代理人: 特許業務法人はるか国際特許事務所 (HARUKA PATENT & TRADEMARK ATTORNEYS); 〒1020085 東京都千代田区六番町3六番町SKビル5階 Tokyo (JP).

(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,

(54) Title: ELEMENT DATA MANAGEMENT DEVICE, ELEMENT DATA MANAGEMENT METHOD, PROGRAM, AND DATA STRUCTURE OF ELEMENT DATA

(54) 発明の名称: 要素データ管理装置、要素データ管理方法、プログラム及び要素データのデータ構造

【図3】



10... SERVER
12... TRACKER
40... ELEMENT DATA STORAGE UNIT
42... SENSING DATA RECEPTION UNIT
44... SLAM PROCESS EXECUTION UNIT
46... ELEMENT DATA UPDATE UNIT
48... REPRODUCTION TIME POINT RECEPTION UNIT
50... REPRODUCTION ELEMENT SPECIFYING UNIT
52... ENVIRONMENT MAP REPRODUCTION UNIT
54... REPRODUCTION ENVIRONMENT MAP TRANSMISSION UNIT
60... SENSING DATA ACQUISITION UNIT
62... SENSING DATA TRANSMISSION UNIT
64... REPRODUCTION TIME POINT TRANSMISSION UNIT
66... REPRODUCTION ENVIRONMENT MAP RECEPTION UNIT
68... DISPLAY CONTROL UNIT

(57) Abstract: The present invention provides an element data management device capable of increasing a usage value of an environment map, an element data management method, a program, and a data structure of element data. An element data storage unit (40) stores at least one of pieces of element data including environment data generated on the basis of sensing data acquired by a tracker, and sensing time point data corresponded to a time range in which existence of an element in a real space is estimated on the basis of a time point when the element indicated by the environment data is sensed. On the basis of the environment data generated on the basis of new sensing data, an element data update unit (48)

CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, 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, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, 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, 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))

specifies element data with which additional environment data as a part or all of the environment data is associated. The element data update unit (48) associates the element data including the additional environment data with the specified element data.

(57) 要約: 環境地図の利用価値を向上できる要素データ管理装置、要素データ管理方法、プログラム及び要素データのデータ構造を提供する。要素データ記憶部(40)は、トラッカーが取得するセンシングデータに基づいて生成される環境データと、当該環境データが表す要素がセンシングされた時点に基づいて当該要素の実空間における存在が推定される時間範囲に対応付けられるセンシング時点データと、を含む要素データを少なくとも1つ記憶する。要素データ更新部(48)は、新たなセンシングデータに基づいて生成される環境データに基づいて、当該環境データの一部又は全部である追加環境データが関連付けられる要素データを特定する。要素データ更新部(48)は、特定される要素データに追加環境データを含む要素データを関連付ける。

明 細 書

発明の名称：

要素データ管理装置、要素データ管理方法、プログラム及び要素データのデータ構造

技術分野

[0001] 本発明は、要素データ管理装置、要素データ管理方法、プログラム及び要素データのデータ構造に関する。

背景技術

[0002] トラックの位置の推定及び環境地図作成を行う S L A M (Simultaneous Localization and Mapping) の技術が知られている。

[0003] S L A M の技術では、例えばトラックが備えるカメラにより撮影された撮影画像などといった、トラックが取得するセンシングデータに基づいて特徴点が特定される。そして特定される特徴点と予め記憶されている環境地図とに基づいて、トラックの位置又は向きの推定、及び、環境地図の更新が行われる。

[0004] また、人間の生活体験を、映像や音声や位置情報などのデジタルデータとして記録するライフログの技術が知られている。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 発明者は、環境地図をライフログの一部に含め、ユーザによって指定された再現時点における環境地図を表示させることを検討している。

[0006] しかし従来の環境地図は、複数の時点における環境地図の要素同士が互いに関連付けられておらず、その利用価値が充分発揮されていなかった。

[0007] 本発明は上記課題に鑑みてなされたものであって、その目的の1つは、環境地図の利用価値を向上できる要素データ管理装置、要素データ管理方法、プログラム及び要素データのデータ構造を提供することにある。

課題を解決するための手段

- [0008] 上記課題を解決するために、本発明に係る要素データ管理装置は、トラッカーが取得するセンシングデータに基づいて生成される環境データと、当該環境データが表す要素がセンシングされた時点に基づいて当該要素の実空間における存在が推定される時間範囲に対応付けられるセンシング時点データと、を含む要素データを少なくとも1つ記憶する要素データ記憶部と、新たなセンシングデータに基づいて生成される環境データの一部又は全部である追加環境データが関連付けられる前記要素データを特定する要素データ特定部と、特定される前記要素データに前記追加環境データを含む前記要素データを関連付ける関連付け部と、を含む。
- [0009] 本発明の一態様では、環境地図を再現すべき時点である再現時点の指定を受け付ける再現時点受付部と、前記要素データ記憶部に記憶されている複数の前記要素データのうちから、前記再現時点を含む時間範囲に対応付けられる前記センシング時点データを含むものである、再現要素データを複数特定する再現要素特定部と、特定される複数の前記再現要素データのそれぞれに含まれる前記環境データを合成することで、前記再現時点における環境地図を生成する環境地図再現部と、をさらに含む。
- [0010] この態様では、前記要素データは、他の前記要素データへのリンクを含み、前記再現要素特定部は、所与のルート要素である前記要素データから順に、当該要素データに含まれる前記リンクにより参照される他の前記要素データのうちから、前記再現時点を含む時間範囲に対応付けられる前記センシング時点データを含むものを特定する処理を再帰的に実行し、前記環境地図再現部は、再帰的な前記処理の実行によって特定される複数の前記再現要素データのそれぞれに含まれる前記環境データを合成することで、前記再現時点における環境地図を生成してもよい。
- [0011] さらに、前記要素データに含まれる前記センシング時点データに対応付けられる時間範囲には、当該要素データに含まれるリンクにより参照される前記要素データに含まれる前記センシング時点データに対応付けられる時間範囲が含まれていてもよい。

- [0012] また、本発明の一態様では、前記要素データ記憶部に記憶されている複数の要素データは、当該要素データに含まれる前記センシング時点データに対応付けられる時間範囲が長いものであるほどルート側に配置され、短いものであるほどリーフ側に配置されたネットワーク構造のデータである。
- [0013] また、メッシュを示す前記要素データには、それぞれ時間帯に対応付けられるテクスチャを示すテクスチャデータが複数関連付けられており、前記環境地図再現部は、前記再現要素データが示すメッシュに、当該再現要素データに関連付けられている、前記再現時点が属する時間帯に対応付けられる前記テクスチャデータが示すテクスチャが貼られた環境地図を生成してもよい。
- [0014] あるいは、メッシュを示す前記要素データには、それぞれ時間帯に対応付けられる頂点色を示す頂点色データが複数関連付けられており、前記環境地図再現部は、前記再現要素データが示すメッシュの頂点に、当該再現要素データに関連付けられている、前記再現時点が属する時間帯に対応付けられる前記頂点色データが示す色が設定された環境地図を生成してもよい。
- [0015] また、本発明の一態様では、前記要素データ記憶部に記憶されている少なくとも1つの前記要素データに基づく最新の環境地図において、当該環境地図には表れているが前記センシングデータに基づく前記環境データには表れていない消滅要素を特定する消滅要素特定部と、前記要素データ記憶部に記憶されている、前記消滅要素が一部に表れている前記要素データから当該消滅要素を削除する削除部と、をさらに含み、前記関連付け部は、前記消滅要素を表す消滅環境データと、前記消滅要素がセンシングされた時点に基づいて当該消滅要素の実空間における存在が推定される時間範囲に対応付けられるセンシング時点データと、を含む新たな前記要素データを生成して、当該新たな要素データを前記消滅要素が一部に表れている前記要素データに関連付ける。
- [0016] また、本発明に係る要素データ管理方法は、トラッカーが取得するセンシングデータに基づいて生成される環境データと、当該環境データが表す要素

がセンシングされた時点に基づいて当該要素の実空間における存在が推定される時間範囲に対応付けられるセンシング時点データと、を含む要素データを少なくとも1つ記憶する要素データ記憶部に記憶されている少なくとも1つの前記要素データのうちから、新たなセンシングデータに基づいて生成される環境データの一部又は全部である追加環境データが関連付けられる前記要素データを特定するステップと、特定される前記要素データに前記追加環境データを含む前記要素データを関連付けるステップと、を含む。

[0017] また、本発明に係るプログラムは、トラックカーが取得するセンシングデータに基づいて生成される環境データと、当該環境データが表す要素がセンシングされた時点に基づいて当該要素の実空間における存在が推定される時間範囲に対応付けられるセンシング時点データと、を含む要素データを少なくとも1つ記憶する要素データ記憶部に記憶されている少なくとも1つの前記要素データのうちから、新たなセンシングデータに基づいて生成される環境データの一部又は全部である追加環境データが関連付けられる前記要素データを特定する手順、特定される前記要素データに前記追加環境データを含む前記要素データを関連付ける手順、をコンピュータに実行させる。

[0018] また、本発明に係る要素データのデータ構造は、要素データのデータ構造であって、トラックカーによるセンシング結果を示すセンシングデータに基づいて生成される環境データと、当該環境データが表す要素がセンシングされた時点に基づいて当該要素の実空間における存在が推定される時間範囲に対応付けられるセンシング時点データと、他の前記要素データへのリンクと、を含み、前記要素データに含まれる前記センシング時点データに対応付けられる時間範囲には、当該要素データに含まれるリンクにより参照される前記要素データに含まれる前記センシング時点データに対応付けられる時間範囲が含まれる。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]本発明の一実施形態に係る環境地図管理システムの一例を示す構成図である。

[図2A]本発明の一実施形態に係るサーバの一例を示す構成図である。

[図2B]本発明の一実施形態に係るトラックの一例を示す構成図である。

[図3]本発明の一実施形態に係る環境地図管理システムで実装される機能の一例を示す機能ブロック図である。

[図4]メッシュ要素データのデータ構造の一例を示す図である。

[図5]テクスチャ要素データのデータ構造の一例を示す図である。

[図6]要素データ間の関係の一例を模式的に示す図である。

[図7A]本発明の一実施形態に係るサーバで行われる処理の流れの一例を示すフロー図である。

[図7B]本発明の一実施形態に係るサーバで行われる処理の流れの一例を示すフロー図である。

[図8]本発明の一実施形態に係るサーバで行われる処理の流れの一例を示すフロー図である。

[図9]本発明の一実施形態に係るサーバで行われる処理の流れの一例を示すフロー図である。

発明を実施するための形態

[0020] 以下、本発明の一実施形態について図面に基づき詳細に説明する。

[0021] 図1は、本発明の一実施形態に係る環境地図管理システム1の一例を示す構成図である。図1に示すように、本実施形態に係る環境地図管理システム1には、サーバ10とトラック12とが含まれる。

[0022] サーバ10、トラック12は、インターネット等のコンピュータネットワーク14に接続されている。そして本実施形態では、サーバ10とトラック12とは、互いに通信可能となっている。

[0023] 本実施形態に係るサーバ10は、例えば、環境地図管理システム1のユーザが利用するサーバコンピュータである。

[0024] 図2Aに示すように、本実施形態に係るサーバ10には、プロセッサ20、記憶部22、及び、通信部24、が含まれる。プロセッサ20は、例えばサーバ10にインストールされているプログラムに従って動作するCPU等

のプログラム制御デバイスである。記憶部 22 は、例えば ROM や RAM 等の記憶素子やハードディスクドライブなどである。記憶部 22 には、プロセッサ 20 によって実行されるプログラムなどが記憶される。通信部 24 は、ネットワークボードや無線 LAN モジュールなどといった通信インタフェースである。

[0025] 本実施形態に係るトラック 12 は、当該トラック 12 を装着したユーザの位置や向きを追跡する装置である。

[0026] 図 2 B に示すように、本実施形態に係るトラック 12 には、プロセッサ 30、記憶部 32、通信部 34、表示部 36、センサ部 38、が含まれる。

[0027] プロセッサ 30 は、例えばトラック 12 にインストールされるプログラムに従って動作するマイクロプロセッサ等のプログラム制御デバイスである。記憶部 32 は、例えばメモリ等の記憶素子などである。記憶部 32 には、プロセッサ 30 によって実行されるプログラムなどが記憶される。通信部 34 は、例えば無線 LAN モジュールなどの通信インタフェースである。

[0028] 表示部 36 は、トラック 12 の前側に配置されている、例えば液晶ディスプレイや有機 EL ディスプレイ等のディスプレイである。本実施形態に係る表示部 36 は、例えば左目用の画像と右目用の画像を表示することによって三次元画像を表示させることができるようになっている。なお表示部 36 は三次元画像の表示ができず二次元画像の表示のみができるものであっても構わない。

[0029] センサ部 38 は、例えばカメラ、慣性センサ (IMU)、地磁気センサ (方位センサ)、GPS (Global Positioning System) モジュール、デプスセンサなどといったセンサである。センサ部 38 に含まれるカメラは、例えば所定のサンプリングレートで画像を撮影する。またセンサ部 38 に含まれる地磁気センサは、トラック 12 が向く方位を示すデータを、所定のサンプリングレートで、プロセッサ 30 に出力する。またセンサ部 38 に含まれる慣性センサは、トラック 12 の加速度、回転量、移動量などを示すデータを、所定のサンプリングレートで、プロセッサ 30 に出力する。またセンサ

部 38 に含まれる GPS モジュールは、トラック 12 の緯度及び経度を示すデータを、所定のサンプリングレートで、プロセッサ 30 に出力する。センサ部 38 に含まれるデプスセンサは、例えば、ToF (Time of Flight)、Patterned stereo、Structured Lightなどの技術を用いたデプスセンサである。当該デプスセンサは、トラック 12 からの距離を示すデータを、所定のサンプリングレートで、プロセッサ 30 に出力する。また、センサ部 38 に、RF センサ、超音波センサ、イベントドリブンセンサなどの他のセンサが含まれていてもよい。

[0030] なお本実施形態に係るトラック 12 が、例えば HDMI (登録商標) (High-Definition Multimedia Interface) ポート、USB ポート、AUX ポートなどの入出力ポート、ヘッドホン、スピーカなどを含んでもよい。

[0031] 本実施形態では、トラック 12 によって取得されるセンシングデータに基づいて、自己位置推定、及び、環境地図生成を含む SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) 処理が実行される。当該自己位置推定においては、例えば、トラック 12 の位置及び向き of の少なくとも一方が推定される。ここでトラック 12 のグローバルな位置や向きが推定されてもよい。また、このようにして生成される環境地図は、VR (Virtual Reality) 表示や AR (Augmented Reality) 表示等の各種の処理に利用される。

[0032] 本実施形態では以下で説明するようにして、環境地図の利用価値が向上する。

[0033] また、本実施形態では、SLAM 処理によって、トラック 12 が取得するセンシングデータに基づく環境データが生成される。環境データとは、本実施形態では例えば、SLAM 処理によってセンシングデータに基づいて生成される、ポイントクラウド、3D メッシュ、テクスチャなどのオブジェクトを示すデータである。そしてこのようにして生成される環境データがライフログの一部としてサーバ 10 に蓄積される。そして、本実施形態では、サーバ 10 に蓄積される環境データに基づいて、ユーザによって指定された再現時点における環境地図が生成される。このようにして生成される環境地図

は、例えば、トラッカー 12 の表示部 36 に表示される。

[0034] ここで指定された再現時点における環境地図が表示されるようにするために、様々な時点における環境地図を時系列でサーバ 10 に記憶すると、環境地図を記憶するために必要な記憶容量が膨大になる。

[0035] そこで本実施形態では以下のようにして、時系列で管理された環境地図の記憶に必要な記憶容量を節約できるようにした。

[0036] 以下、本実施形態に係るサーバ 10 及びトラッカー 12 の機能、及び、サーバ 10 で行われる処理についてさらに説明する。

[0037] 図 3 は、本実施形態に係るサーバ 10 及びトラッカー 12 で実装される機能の一例を示す機能ブロック図である。なお、本実施形態に係るサーバ 10 及びトラッカー 12 で、図 3 に示す機能のすべてが実装される必要はなく、また、図 3 に示す機能以外の機能が実装されていても構わない。

[0038] 図 3 に示すように、サーバ 10 には、機能的には例えば、要素データ記憶部 40、センシングデータ受信部 42、SLAM 処理実行部 44、要素データ更新部 46、再現時点受付部 48、再現要素特定部 50、環境地図再現部 52、再現環境地図送信部 54、が含まれる。要素データ記憶部 40 は、記憶部 22 を主として実装される。センシングデータ受信部 42、再現時点受付部 48、再現環境地図送信部 54 は、通信部 24 を主として実装される。SLAM 処理実行部 44、要素データ更新部 46、再現要素特定部 50、環境地図再現部 52 は、プロセッサ 20 を主として実装される。

[0039] 以上の機能は、コンピュータであるサーバ 10 にインストールされた、以上の機能に対応する指令を含むプログラムをプロセッサ 20 で実行することにより実装されてもよい。このプログラムは、例えば、光ディスク、磁気ディスク、磁気テープ、光磁気ディスク、フラッシュメモリ等のコンピュータ読み取り可能な情報記憶媒体を介して、あるいは、インターネットなどを介してサーバ 10 に供給されてもよい。

[0040] また、図 3 に示すように、トラッカー 12 には、機能的には例えば、センシングデータ取得部 60、センシングデータ送信部 62、再現時点送信部 6

4、再現環境地図受信部66、表示制御部68、が含まれる。センシングデータ取得部60は、プロセッサ30及びセンサ部38を主として実装される。センシングデータ送信部62、再現時点送信部64、再現環境地図受信部66は、通信部34を主として実装される。表示制御部68は、プロセッサ30及び表示部36を主として実装される。

[0041] 以上の機能は、コンピュータであるトラックカー12にインストールされた、以上の機能に対応する指令を含むプログラムをプロセッサ30で実行することにより実装されてもよい。このプログラムは、例えば、光ディスク、磁気ディスク、磁気テープ、光磁気ディスク、フラッシュメモリ等のコンピュータ読み取り可能な情報記憶媒体を介して、あるいは、インターネットなどを介してトラックカー12に供給されてもよい。

[0042] 要素データ記憶部40は、本実施形態では例えば、要素データを少なくとも1つ記憶する。本実施形態に係る要素データには、環境データとセンシング時点データとが含まれる。

[0043] 環境データとは、本実施形態では例えば、上述のように、SLAM処理によってセンシングデータに基づいて生成される、ポイントクラウド、3Dメッシュ、テクスチャなどのオブジェクトを示すデータである。

[0044] センシング時点データとは、本実施形態では例えば、環境データが表す物体や物体の一部などといった要素がセンシングされた時点に対応付けられるデータである。センシング時点データにおける時点の表現形式は特に限定されず、例えば、年月日、日時、時刻、タイムスタンプなどによって表現される。

[0045] 図4は、本実施形態に係る要素データの一例であるメッシュ要素データのデータ構造の一例を示す図である。メッシュ要素データは、例えば、3Dメッシュなどのメッシュに対応付けられるデータである。図4に示すメッシュ要素データには、要素ID、メッシュデータ、テクスチャ要素IDリスト、センシング時点データ、及び、子要素IDリストが含まれる。

[0046] メッシュ要素データに含まれる要素IDは、当該メッシュ要素データの識

別情報である。

- [0047] メッシュ要素データに含まれるメッシュデータは、上述の環境データの一例であり、3Dメッシュなどのメッシュ、及び、当該メッシュが配置される位置や向きを示すデータである。
- [0048] メッシュ要素データに含まれるテクスチャ要素IDリストには、当該メッシュ要素データと関連付けられているテクスチャ要素データの要素IDが設定される。すなわち、テクスチャ要素IDリストは、当該メッシュ要素データと関連付けられているテクスチャ要素データへのリンクである。テクスチャ要素IDリストには、複数の要素IDが設定されてもよい。
- [0049] メッシュ要素データに含まれるセンシング時点データには、発生時点データと、消滅時点データと、が含まれる。
- [0050] メッシュ要素データに含まれる発生時点データは、本実施形態では例えば、当該メッシュ要素データに含まれるメッシュデータが示すメッシュが表す要素が最初にセンシングされた時点を示すデータである。
- [0051] メッシュ要素データに含まれる消滅時点データは、本実施形態では例えば、センシングデータに基づいて、当該メッシュ要素データに含まれるメッシュデータが示すメッシュが表す要素が実空間において消滅したことが確認された時点を示すデータである。消滅時点データは、例えば、最新のセンシングデータに基づいて、当該メッシュが表す要素が実空間において消滅したことが確認された時点を示すデータである。
- [0052] このように本実施形態に係るセンシング時点データが、環境データが表す要素がセンシングされた時点に基づいて当該要素の実空間における存在が推定される時間範囲に対応付けられるデータであってもよい。本実施形態では例えば、メッシュ要素データに含まれる発生時点データが示す時点から消滅時点データが示す時点までの時間範囲が、当該要素データが表す要素の実空間における存在が推定される時間範囲に相当する。
- [0053] なお本実施形態において、発生時点データ、及び、消滅時点データのうちの少なくとも一方について、値が設定されていなくてもよい。例えば、要素

データに含まれる消滅時点データが設定されていないことは、当該要素データが表す要素の実空間における存在が推定される時間範囲の終わりが設定されていないことに相当する。また例えば、要素データに含まれる発生時点データが設定されていないことは、当該要素データが表す要素の実空間における存在が推定される時間範囲の始まりが設定されていないことに相当する。

[0054] メッシュ要素データに含まれる子要素IDリストには、当該メッシュ要素データの子要素として関連付けられている他のメッシュ要素データの要素IDが設定される。子要素IDリストには、複数の要素IDが設定されてもよい。

[0055] 図5は、本実施形態に係る要素データの別の一例であるテクスチャ要素データのデータ構造の一例を示す図である。テクスチャ要素データは、例えば、3Dメッシュに貼られるテクスチャに対応付けられるデータである。図5に示すメッシュ要素データには、要素ID、テクスチャデータ、及び、センシング時点データが含まれる。

[0056] テクスチャ要素データに含まれる要素IDは、当該テクスチャ要素データの識別情報である。

[0057] テクスチャ要素データに含まれるテクスチャデータは、3Dメッシュなどのメッシュに貼られるテクスチャを示すデータである。

[0058] センシング時点データは、本実施形態では例えば、当該テクスチャ要素データに含まれるテクスチャデータが示すテクスチャがセンシングされた時点を示すデータである。

[0059] 図6は、本実施形態に係る要素データ間の関係の一例を模式的に示す図である。

[0060] 図6に示す要素M1～要素M7は、メッシュ要素データに対応する。図6に示す要素T1～要素T8は、テクスチャ要素データに対応する。以下、関連付けられている親要素がない要素データ、すなわち、要素データ記憶部40に記憶されているいずれの要素データの子要素IDリストにも当該要素データの要素IDが設定されていないような要素データをルート要素データと

呼ぶこととする。図6の例では要素M1がルート要素データである。

[0061] そして、要素M1の子要素が、要素M2、要素M3である。また、要素M1には、2つのテキスト要素データ（要素T1、及び、要素T2）が関連付けられている。そして、要素M2の子要素が、要素M4及び要素M5である。また、要素M2には、1つのテキスト要素データ（要素T3）が関連付けられている。要素M3には、1つのテキスト要素データ（要素T4）が関連付けられている。要素M4の子要素が、要素M6及び要素M7である。また、要素M4には、1つのテキスト要素データ（要素T5）が関連付けられている。要素M5には、1つのテキスト要素データ（要素T6）が関連付けられている。要素M6には、1つのテキスト要素データ（要素T7）が関連付けられている。要素M7には、1つのテキスト要素データ（要素T8）が関連付けられている。

[0062] このように本実施形態では、複数の要素データが互いに関連付けられたネットワーク構造（ここでは例えば木構造）で管理される。当該複数の要素データは、当該要素データに含まれるセンシング時点データに対応付けられる時間範囲が長いものであるほどルート側に配置され、短いものであるほどリーフ側に配置されたネットワーク構造のデータである。

[0063] センシングデータ取得部60は、本実施形態では例えば、トラッカー12のセンサ部38により生成されるセンシングデータを取得する。

[0064] センシングデータ取得部60が取得するセンシングデータには、例えば、トラッカー12のセンサ部38に含まれるカメラにより撮影される画像が含まれていてもよい。また、トラッカー12が取得するセンシングデータに、トラッカー12のセンサ部38に含まれるカメラやデプスセンサにより計測されるデプスデータが含まれていてもよい。

[0065] また、トラッカー12が取得するセンシングデータには、トラッカー12のセンサ部38に含まれる地磁気センサにより計測される、トラッカー12の方位を示すデータが含まれていてもよい。また、トラッカー12が取得するセンシングデータには、センサ部38に含まれる慣性センサにより計測さ

れる、トラック１２の加速度、回転量、移動量などを示すデータが含まれていてもよい。

[0066] また、トラック１２が取得するセンシングデータには、センサ部３８に含まれるGPSモジュールにより計測される、トラック１２の緯度及び経度を示すデータが含まれていてもよい。また、トラック１２が取得するセンシングデータに、特徴点群（キーフレーム）が含まれていてもよい。

[0067] センシングデータ送信部６２は、本実施形態では例えば、センシングデータ取得部６０が取得するセンシングデータをサーバ１０に送信する。本実施形態では例えば、トラック１２によるセンシングが行われた時点を示すセンシング時点データが関連付けられたセンシングデータが送信される。

[0068] 本実施形態では例えば、トラック１２におけるセンシングデータの取得及び送信は、繰り返し実行される。

[0069] センシングデータ受信部４２は、本実施形態では例えば、トラック１２により送信されるセンシングデータを受信する。

[0070] SLAM処理実行部４４は、本実施形態では例えば、センシングデータ受信部４２が受信するセンシングデータに基づいて、トラック１２の位置又は向きの推定を含むSLAM処理を実行する。ここでトラック１２のグローバルな位置や向きが推定されてもよい。ここで例えば、SLAM処理実行部４４が、リロカライズ処理、ループクロージング処理、３Ｄメッシュ化処理、物体認識処理などを含むSLAM処理を実行してもよい。

[0071] ここで当該SLAM処理に、平面検出／３Ｄメッシュのセグメンテーション処理が含まれていてもよい。平面検出／３Ｄメッシュのセグメンテーション処理とは、地面、壁などといった連続した平面を検出して、全体の３Ｄメッシュを、地面、建物、木、などといった個々の３Ｄメッシュに分割する処理を指す。また、当該SLAM処理に、３Ｄメッシュの最適化処理が含まれていてもよい。３Ｄメッシュの最適化処理とは、３Ｄメッシュから、移動体と推定される部分や、ノイズなどによるゴミを除去したり、ポリゴン数を減らしたり、メッシュの表面を滑らかにしたりする処理を指す。また、当該S

LAM処理に、テクスチャ生成処理が含まれていてもよい。テクスチャ生成処理とは、メッシュの頂点の色に基づいて3Dメッシュに対するテクスチャイメージを生成する処理を指す。

[0072] また例えば、SLAM処理実行部44が、センシングデータ受信部42が受信するセンシングデータを記憶してもよい。そして、時系列のセンシングデータを用いてSLAM処理を実行してもよい。

[0073] SLAM処理実行部44が実行する上述のSLAM処理によって、メッシュデータやテクスチャデータなどといった、環境データが生成される。

[0074] SLAM処理実行部44は、SLAM処理の実行にあたり、要素データ記憶部40に記憶されている要素データや、当該要素データに基づいて生成される環境地図にアクセスすることがある。

[0075] 以下、新たなセンシングデータ（サーバ10が最後に受信したセンシングデータ）に基づく環境データを、最新環境データと呼ぶこととする。

[0076] 要素データ更新部46は、本実施形態では例えば、要素データ記憶部40に記憶されている複数の要素データに基づいて最新の環境地図を生成する。そして、要素データ更新部46は、当該最新の環境地図の一部と、最新環境データと、の差分を特定する。

[0077] 例えば、要素データ更新部46は、例えば、最新環境データに表れている要素の実空間における位置に相当する最新の環境地図の一部と、当該最新環境データと、の差分を特定する。

[0078] そして、要素データ更新部46は、最新環境データの一部又は全部である、要素データ記憶部40に記憶されている複数の要素データに基づく最新の環境地図に表れていない要素を表す追加環境データを生成する。

[0079] ここで要素データ更新部46は、例えば、最新環境データのうちから、最新の環境地図に表れていない要素を表す一部を特定する。ここで最新環境データが表す要素が、最新の環境地図に全く表れてない場合は、最新環境データの全部が特定される。そして、要素データ更新部46は、このようにして特定される環境データのうちの一部又は全部を表す追加環境データを生成す

る。追加環境データには、メッシュを示す追加メッシュデータとテクスチャを示す追加テクスチャデータの2種類が存在する。

[0080] そして、要素データ更新部46は、このようにして生成される追加環境データを含む新たな要素データを生成する。以下、追加環境データを含む新たな要素データを追加要素データと呼ぶこととする。また、追加メッシュデータを含む新たな要素データを追加メッシュ要素データと呼び、追加テクスチャデータを含む新たな要素データを追加テクスチャ要素データと呼ぶこととする。

[0081] そして、要素データ更新部46は、追加要素データを要素データ記憶部40に記憶させる。

[0082] 追加メッシュ要素データの要素IDには、新たに割り当てられる識別情報が設定される。追加メッシュ要素データに含まれるメッシュデータには、追加メッシュデータが設定される。追加メッシュ要素データに含まれるテクスチャ要素IDリストには、当該追加メッシュデータが表す要素のテクスチャを示すテクスチャデータ（例えば追加テクスチャデータ）のテクスチャ要素IDが設定される。追加メッシュ要素データに含まれる発生時点データの値には、最新のセンシングデータに関連付けられているセンシング時点データの値が設定される。

[0083] また本実施形態では、要素データ更新部46は、当該追加メッシュデータが関連付けられるメッシュ要素データを特定する。例えば追加メッシュデータが示すメッシュに隣接するメッシュのメッシュ要素データが特定される。そして、要素データ更新部46は、特定されるメッシュ要素データの子要素IDリストに、追加メッシュ要素データの要素IDを追加する。このようにして、特定されるメッシュ要素データの子要素として、追加メッシュ要素データが登録される。このようにして、要素データ更新部46は、特定されるメッシュ要素データに追加メッシュ要素データを関連付ける。

[0084] 追加テクスチャ要素データの要素IDには、新たに割り当てられる識別情報が設定される。追加テクスチャ要素データに含まれるテクスチャデータに

は、追加テクスチャデータが設定される。追加テクスチャ要素データに含まれるセンシング時点データの値には、最新のセンシングデータに関連付けられているセンシング時点データの値が設定される。

[0085] ここで要素データ更新部46は、追加テクスチャデータが示すテクスチャが貼られるメッシュを特定してもよい。そして、当該メッシュを示すメッシュデータのテクスチャ要素IDリストに当該追加テクスチャデータの要素IDを追加してもよい。

[0086] また、要素データ更新部46は、最新の環境地図において、当該環境地図には表れているが最新環境データには表れていない消滅要素を特定する。そして、要素データ更新部46は、このようにして特定される消滅要素を表す消滅環境データを生成する。消滅環境データには、メッシュを示す消滅メッシュデータとテクスチャを示す消滅テクスチャデータの2種類が存在する。

[0087] また、要素データ更新部46は、本実施形態では例えば、消滅要素が一部に表れている要素データから消滅要素を削除する。ここでは例えば、メッシュデータの一部が削除される。

[0088] そして、要素データ更新部46は、消滅環境データと、消滅要素がセンシングされた時点に基づいて当該消滅要素の実空間における存在が推定される時間範囲に対応付けられるセンシング時点データと、を含む新たな要素データを生成する。以下、消滅環境データを含む新たな要素データを消滅要素データと呼ぶこととする。消滅メッシュデータを含む新たな要素データを消滅メッシュ要素データと呼ぶこととする。また、消滅テクスチャデータを含む新たな要素データを消滅テクスチャ要素データと呼ぶこととする。

[0089] そして、要素データ更新部46は、消滅要素データを要素データ記憶部40に記憶させる。

[0090] 消滅メッシュ要素データの要素IDには、新たに割り当てられる識別情報が設定される。消滅メッシュ要素データに含まれるメッシュデータには、消滅メッシュデータが設定される。消滅メッシュ要素データに含まれるテクスチャ要素IDリストには、当該消滅メッシュデータが表す要素のテクスチャ

を示すテクスチャデータのテクスチャ要素IDが設定される。消滅メッシュ要素データに含まれる発生時点データの値には、消滅要素に相当する一部が削除されたメッシュ要素データの発生時点データの値が設定される。後述するように消滅要素に相当する一部が削除されたメッシュ要素データは消滅メッシュ要素データの親要素として設定される。そのため、消滅メッシュ要素データに含まれる発生時点データの値には、当該消滅メッシュ要素データの親要素であるメッシュ要素データの発生時点データの値が設定されることとなる。消滅メッシュ要素データに含まれる消滅時点データの値には、最新のセンシングデータに関連付けられているセンシング時点データの値が設定される。

[0091] また本実施形態では、要素データ更新部46は、当該消滅メッシュデータに関連付けられるメッシュ要素データを特定する。例えば消滅要素に相当する一部が削除されたメッシュ要素データが特定される。そして、特定されるメッシュ要素データの子要素IDリストに、消滅メッシュ要素データの要素IDが追加される。このようにして、特定されるメッシュ要素データの子要素として、消滅メッシュ要素データが登録される。

[0092] 消滅テクスチャ要素データの要素IDには、新たに割り当てられる識別情報が設定される。消滅テクスチャ要素データに含まれるテクスチャデータには、消滅テクスチャデータが設定される。消滅テクスチャ要素データに含まれるセンシング時点データの値には、最新のセンシングデータに関連付けられているセンシング時点データの値が設定される。

[0093] ここで要素データ更新部46は、消滅テクスチャデータが示すテクスチャが貼られるメッシュを特定してもよい。そして、当該メッシュを示すメッシュデータのテクスチャ要素IDリストに当該消滅テクスチャデータの要素IDを追加してもよい。

[0094] ここで、要素データ記憶部40に記憶されている要素データのうちに、含まれる環境データが表す要素が消滅要素と一致するものが存在することがある。この場合は、上述した、消滅要素が一部に表れている要素データからの

消滅要素の削除は実行されない。その代わりに、要素データ更新部46は、当該要素データに含まれる消滅時点データの値に、最新のセンシングデータに関連付けられているセンシング時点データの値を設定する。

[0095] 本実施形態では、以上のようにして要素データの生成及び登録が行われる。そのため、要素データに含まれるセンシング時点データに対応付けられる時間範囲には、当該要素データに含まれるリンクにより参照される要素データに含まれるセンシング時点データに対応付けられる時間範囲が含まれることとなる。例えば、メッシュ要素データに含まれるセンシング時点データに対応付けられる時間範囲には、当該メッシュ要素データの子要素であるメッシュ要素データに含まれるセンシング時点データに対応付けられる時間範囲が含まれることとなる。

[0096] 再現時点送信部64は、本実施形態では例えば、ユーザにより再現時点の指定操作に応じて、当該再現時点を示す再現時点データを生成して、当該再現時点データをサーバ10に送信する。再現時点データにおける時点の表現形式は特に限定されず、例えば、年月日、日時、時刻、タイムスタンプなどによって表現される。

[0097] 再現時点受付部48は、本実施形態では例えば、環境地図を再現すべき時点である再現時点の指定を受け付ける。再現時点受付部48は、例えば、トラッカー12から送信される再現時点データを受信する。

[0098] 再現要素特定部50は、本実施形態では例えば、要素データ記憶部40に記憶されている複数の要素データのうちから、再現時点を含む時間範囲に対応付けられるセンシング時点データを含むものを複数特定する。以下、再現時点を含む時間範囲に対応付けられるセンシング時点データを含む要素データを、再現要素データと呼ぶこととする。

[0099] ここでは例えば、メッシュ要素データに含まれる発生時点データが示す時点と消滅時点データが示す時点との間に再現時点が含まれることが、当該メッシュ要素データが再現要素データであることの条件である。そして当該条件を満たすメッシュ要素データが、再現要素データとして特定される。ここ

で消滅時点データの値が設定されていないメッシュ要素データについては、発生時点データが示す時点が再現時点以前であるものが再現要素データとして特定される。また、発生時点データの値が設定されていないメッシュ要素データについては、消滅時点データが示す時点が再現時点以後であるものが再現要素データとして特定される。

[0100] また、センシング時点データが示す時点と再現時点とが一致するテクスチャ要素データが特定される。ここでセンシング時点データが示す時点が再現時点に最も近いテクスチャ要素データが特定されてもよい。あるいは、センシング時点データが示す時点が再現時点よりも前であるもののうちから、センシング時点データが示す時点が再現時点に最も近いテクスチャ要素データが特定されてもよい。

[0101] 環境地図再現部52は、本実施形態では例えば、再現要素特定部50により特定される再現要素データのそれぞれに含まれる環境データを合成することで、再現時点における環境地図を生成する。ここでは例えばトラックー12から受信する再現時点データが示す時点における環境地図が生成される。以下、このようにして生成される環境地図を再現環境地図と呼ぶこととする。

[0102] 再現環境地図送信部54は、本実施形態では例えば、環境地図再現部52により生成される再現環境地図をトラックー12に送信する。ここで例えば、トラックー12の位置に相当する環境地図内における位置から、トラックー12に向きに相当する環境地図内における向きを見た様子を表す画像が送信されるようにしてもよい。

[0103] 再現環境地図受信部66は、本実施形態では例えば、再現環境地図送信部54が送信する再現環境地図などのデータを受信する。

[0104] 表示制御部68は、本実施形態では例えば、再現環境地図受信部66が受信する再現環境地図などのデータを用いた、VR表示やAR表示などの各種の処理を実行する。

[0105] ここで、本実施形態に係るサーバ10で行われる要素データの更新処理の

流れの一例を、図 7 A 及び図 7 B に例示するフロー図を参照しながら説明する。

[0106] まず、センシングデータ受信部 4 2 が、最新のセンシングデータを受信する (S 1 0 1)。

[0107] そして、S L A M 処理実行部 4 4 が、S 1 0 1 に示す処理で受信したセンシングデータに基づく S L A M 処理を実行する (S 1 0 2)。S 1 0 2 に示す処理が実行されることにより、最新環境データが生成される。

[0108] そして、要素データ更新部 4 6 が、S 1 0 2 に示す処理で生成された最新環境データと、要素データ記憶部 4 0 に記憶されている複数の要素データに基づいて生成される最新の環境地図の一部と、の差分を特定する (S 1 0 3)。S 1 0 3 に示す処理において、要素データ更新部 4 6 は、複数の要素データを合成することにより最新の環境地図を生成して、生成された環境地図の一部と最新環境データとの差分を特定してもよい。

[0109] そして、要素データ更新部 4 6 が、S 1 0 3 に示す処理での特定の結果に基づいて、追加環境データ、及び、消滅環境データを生成する (S 1 0 4)。

[0110] 要素データ更新部 4 6 が、S 1 0 4 に示す処理で生成された追加環境データのうちから、S 1 0 6 及び S 1 0 7 に示す処理が実行されていない 1 つを選択する (S 1 0 5)。

[0111] そして、要素データ更新部 4 6 が、S 1 0 5 に示す処理で選択された追加環境データに関連付けられる要素データを特定する (S 1 0 6)。

[0112] そして、要素データ更新部 4 6 が、S 1 0 5 に示す処理で選択された追加環境データを含む追加要素データを生成して、当該追加要素データを S 1 0 6 に示す処理で特定された要素データに関連付けられる要素として登録する (S 1 0 7)。ここで追加メッシュ要素データについては、S 1 0 6 に示す処理で特定された要素データの子要素として登録される。

[0113] そして、要素データ更新部 4 6 は、S 1 0 4 に示す処理で生成されたすべての追加環境データについて、S 1 0 5 ~ S 1 0 7 に示す処理が実行された

か否かを確認する（S 1 0 8）。

[0114] S 1 0 4 に示す処理で生成されたすべての追加環境データについて、S 1 0 5 ～S 1 0 7 に示す処理が実行されていないことが確認された場合は（S 1 0 8 : N）、S 1 0 5 に示す処理に戻る。

[0115] S 1 0 4 に示す処理で生成されたすべての追加環境データについて、S 1 0 5 ～S 1 0 7 に示す処理が実行されたことが確認されたとする（S 1 0 8 : Y）。この場合、要素データ更新部46が、S 1 0 4 に示す処理で生成された消滅環境データのうちから、S 1 1 0 ～S 1 1 4 に示す処理が実行されていない1つを選択する（S 1 0 9）。

[0116] そして、要素データ更新部46が、S 1 0 9 に示す処理で選択された消滅環境データに関連付けられる要素データを特定する（S 1 1 0）。

[0117] そして、要素データ更新部46は、S 1 1 0 に示す処理で特定された要素データに含まれる環境データがS 1 0 9 に示す処理で選択された消滅環境データと一致するか否かを判定する（S 1 1 1）。

[0118] 一致する場合は（S 1 1 1 : Y）、S 1 1 0 に示す処理で特定された要素データの消滅時点データの値に、S 1 0 1 に示す処理で受信した最新のセンシングデータに関連付けられているセンシング時点データの値を設定する（S 1 1 2）。

[0119] 一致しない場合は（S 1 1 1 : N）、S 1 1 0 に示す処理で特定された要素データからS 1 0 9 に示す処理で選択された消滅環境データに相当する消滅要素を削除する（S 1 1 3）。

[0120] そして、要素データ更新部46が、S 1 0 9 に示す処理で選択された消滅環境データを含む消滅要素データを生成して、当該消滅要素データをS 1 1 0 に示す処理で特定された要素データに関連付けられる要素として登録する（S 1 1 4）。ここで消滅メッシュ要素データについては、S 1 1 0 に示す処理で特定された要素データの子要素として登録される。

[0121] そして、要素データ更新部46は、S 1 0 4 に示す処理で生成されたすべての消滅環境データについて、S 1 0 9 ～S 1 1 4 に示す処理が実行された

か否かを確認する（S 1 1 5）。

[0122] S 1 0 4 に示す処理で生成されたすべての消滅環境データについて、S 1 0 9 ～S 1 1 4 に示す処理が実行されていないことが確認された場合は（S 1 1 5 : N）、S 1 0 9 に示す処理に戻る。

[0123] S 1 0 4 に示す処理で生成されたすべての消滅環境データについて、S 1 0 9 ～S 1 1 4 に示す処理が実行されたことが確認された場合は（S 1 1 5 : Y）、本処理例に示す処理は終了する。

[0124] 次に、本実施形態に係るサーバ 1 0 で行われる再現環境地図の送信に係る処理の流れの一例を、図 8 に例示するフロー図を参照しながら説明する。

[0125] まず、再現時点受付部 4 8 が、トラッカー 1 2 から送信される再現時点データを受信する（S 2 0 1）。

[0126] そして、再現要素特定部 5 0 は、ルート要素データに含まれるメッシュデータが示すメッシュを特定する（S 2 0 2）。

[0127] そして、再現要素特定部 5 0 は、ルート要素データに含まれるテクスチャ要素 I D リストにより参照されるテクスチャ要素データを特定し、特定されたテクスチャ要素データに含まれるテクスチャデータが示すテクスチャを特定する（S 2 0 3）。ここで、ルート要素データに含まれるテクスチャ要素 I D リストに複数の要素 I D が設定されている場合は、再現時点データが示す再現時点に基づいて、これら複数の要素 I D のそれぞれに対応するテクスチャ要素データのうちの 1 つが選択される。そして選択されたテクスチャ要素データに含まれるテクスチャデータが示すテクスチャが特定される。

[0128] そして、環境地図再現部 5 2 は、S 2 0 2 に示す処理で特定されたメッシュに S 2 0 3 に示す処理で特定されたテクスチャが貼られた環境地図である再現環境地図を生成する（S 2 0 4）。

[0129] そして、再現要素特定部 5 0 は、ルート要素データの子要素であるメッシュ要素データのうちから、再現要素データを特定する（S 2 0 5）。

[0130] 再現要素特定部 5 0 は、S 2 0 5 に示す処理で特定された再現要素データのうちから、後述の図 9 に示すサブルーチン処理が実行されていない 1 つを

選択する（S206）。

[0131] そして、再現要素特定部50、及び、環境地図再現部52は、S206に示す処理で選択された再現要素データを引数とする、図9に示すサブルーチン処理を実行する（S207）。

[0132] そして、再現要素特定部50は、S205に示す処理で特定されたすべての再現要素データについて、図9に示すサブルーチン処理が実行されたか否かを確認する（S208）。

[0133] S205に示す処理で特定されたすべての再現要素データについて、図9に示すサブルーチン処理が実行されていないことが確認された場合は（S208：N）、S206に示す処理に戻る。

[0134] S205に示す処理で特定されたすべての再現要素データについて、図9に示すサブルーチン処理が実行されたことが確認されたとする（S208：Y）。この場合は、再現環境地図送信部54は、再現環境地図をトラッカー12に送信して（S209）、本処理例に示す処理を終了する。

[0135] ここで、再現要素データを引数とするサブルーチン処理の流れの一例を、図9に例示するフロー図を参照しながら説明する。

[0136] まず、再現要素特定部50は、再現要素データに含まれるメッシュデータが示すメッシュを特定する（S301）。

[0137] そして、再現要素特定部50は、再現要素データに含まれるテクスチャ要素IDリストにより参照されるテクスチャ要素データを特定し、特定されたテクスチャ要素データに含まれるテクスチャデータが示すテクスチャを特定する（S302）。ここで、再現要素データに含まれるテクスチャ要素IDリストに複数の要素IDが設定されている場合は、再現時点データが示す再現時点に基づいて、これら複数の要素IDのそれぞれに対応するテクスチャ要素データのうちの1つが選択される。そして選択されたテクスチャ要素データに含まれるテクスチャデータが示すテクスチャが特定される。

[0138] そして、環境地図再現部52は、S301に示す処理で特定されたメッシュにS302に示す処理で特定されたテクスチャが貼られた環境地図を生成

して、生成された環境地図を、再現環境地図に追加する（S303）。

[0139] そして、再現要素特定部50は、再現要素データの子要素であるメッシュ要素データのうちに、再現要素データであることの条件を満たすものがあるか否かを確認する（S304）。

[0140] ある場合は（S304：Y）、再現要素特定部50及び環境地図再現部52は、再現要素データであることの条件を満たす子要素のそれぞれについて、当該子要素を引数とする、図9に示すサブルーチン処理（S301～S305）を再帰的に実行する（S305）。

[0141] ない場合は（S304：N）、本サブルーチン処理を終了する。

[0142] 本実施形態によれば、以上のようにして複数の時点にそれぞれ対応付けられる要素データ同士が互いに関連付けられるようにすることで、環境地図の利用価値が向上することとなる。

[0143] また、以上のようにして、本実施形態によれば、様々な時点における環境地図を時系列で記憶する場合よりも、時系列で管理された環境地図の記憶に必要な記憶容量を節約できる。

[0144] また上述の処理例では、再現要素特定部50は、ルート要素データから順に、子要素であるメッシュ要素データのうちから、再現要素データであることの条件を満たすものを特定する処理を再帰的に実行する。

[0145] 本実施形態では、要素データに含まれるセンシング時点データに対応付けられる時間範囲には、当該要素データの子要素に含まれるセンシング時点データに対応付けられる時間範囲が含まれる。そのため、ある要素データが再現要素データの条件を満たさないことが確認された場合は、その子要素についても同様に、再現要素データの条件を満たさないことが判明する。そのため当該子要素についてはアクセスする必要がない。そのため、要素データ記憶部40に記憶されているすべての要素データにアクセスすることなく再現環境地図を生成することができる。

[0146] 本実施形態において、テクスチャ要素データに含まれるセンシング時点データが、例えば、「朝」、「昼」、「夜」などといった時間帯を示してもよ

い。そして、テクスチャ要素データの登録の際には、最新のセンシングデータに関連付けられているセンシング時点データが示す時点が属する時間帯に応じた値がセンシング時点データに設定されてもよい。そして、メッシュ要素データのテクスチャ要素IDリストによって、それぞれ互いに異なる時間帯に対応付けられるテクスチャ要素データが複数関連付けられてもよい。

[0147] また、再現環境地図の生成の際には、環境地図再現部52は、テクスチャ要素データにおいて、再現時点が属する時間帯に対応付けられるセンシング時点データに関連付けられているテクスチャデータが示すテクスチャがメッシュに貼られた環境地図を生成してもよい。

[0148] 例えば、S203に示す処理において、ルート要素データに含まれるテクスチャ要素IDリストにより参照されるテクスチャ要素データのうちから、再現時点が属する時間帯に対応付けられるセンシング時点データを含むテクスチャ要素データが選択されてもよい。そして、当該テクスチャ要素データに含まれるテクスチャデータが示すテクスチャが特定されてもよい。そして、S204に示す処理において、S202に示す処理で特定されたメッシュにこのようにして特定されたテクスチャが貼られた環境地図である再現環境地図が生成されてもよい。

[0149] また例えば、S302に示す処理において、ルート要素データに含まれるテクスチャ要素IDリストにより参照されるテクスチャ要素データのうちから、再現時点が属する時間帯に対応付けられるセンシング時点データを含むテクスチャ要素データが選択されてもよい。そして、当該テクスチャ要素データに含まれるテクスチャデータが示すテクスチャが特定されてもよい。そして、S303に示す処理において、S301に示す処理で特定されたメッシュにこのようにして特定されたテクスチャが貼られた環境地図が再現環境地図に追加されてもよい。

[0150] また、本実施形態において、テクスチャデータの代わりに、頂点色を示す頂点色データが用いられてもよい。この場合に、環境地図再現部52は、再現要素データが示すメッシュの頂点に、当該再現要素データに関連付けられ

ている頂点色データが示す色が設定された環境地図を生成してもよい。

[0151] また、例えば、メッシュを示す要素データに、それぞれ時間帯に対応付けられる頂点色データが複数関連付けられていてもよい。そして、環境地図再現部52は、再現要素データが示すメッシュの頂点に、当該再現要素データに関連付けられている、前記再現時点が属する時間帯に対応付けられる頂点色データが示す色が設定された環境地図を生成してもよい。

[0152] また、本実施形態において、「朝」、「昼」、「夜」などの時間帯について、日をまたいで同じ時間帯のテクスチャが類似している場合は、共通のテクスチャが用いられるようにしてもよい。

[0153] また、本実施形態に係るテクスチャ要素データが、メッシュ要素データと同様の、実空間における存在が推定される時間範囲に対応付けられるデータであっても構わない。

[0154] また本実施形態において、末端（リーフ）の要素データ、あるいは、末端の要素データとの間のリンク数が少ない要素データであり、実空間における存在が推定される時間範囲が短い要素データについては、人などの移動体である可能性が高い。そのためこのような要素データは削除されるようにしてもよい。例えば、末端の要素データ、あるいは、要素データとの間のリンク数が所定数以下（例えば3以下）であり、発生時点データが示す時点から消滅時点データが示す時点までの時間の長さが所定の時間の長さより短い要素データについては削除されるようにしてもよい。

[0155] また、本実施形態において、環境地図再現部52が、トラックが取得するセンシングデータに対応する環境データに基づいて、三次元空間と時間とを次元に含む四次元の環境地図を生成してもよい。例えば、環境地図再現部52が、要素データ記憶部40に記憶されている複数の要素データに基づいて、三次元空間と時間とを次元に含む四次元の環境地図を生成してもよい。例えば、環境地図再現部52が、複数の再現時点についての環境地図を生成し、生成された複数の環境地図を含む四次元環境地図を生成してもよい。そして再現時点送信部64が、生成された四次元環境地図をトラック12に

送信してもよい。

[0156] また、環境地図再現部 5 2 が、生成された四次元の環境地図に基づいて、再現時点受付部 4 8 が受け付ける再現時点における環境地図を生成してもよい。そして再現時点送信部 6 4 が、生成された環境地図をトラッカー 1 2 に送信してもよい。

[0157] また本実施形態において、登録されている環境データと新たに生成された環境データとの差分が小さい場合には、新たに生成された環境データが登録されないようにしてもよい。この場合は、新たに生成された環境データの代わりに登録済の環境データが用いられることとなる。

[0158] 本実施形態は、例えば指定された日時に行われた旅行等のイベントの追体験や、指定された日時における記憶の追体験を行う場面に用いることができる。例えば要素データ記憶部 4 0 に、ユーザの視点の位置や視線方向の時系列を示すデータが併せて記憶されていてもよい。そして、特定の日時の環境地図を生成して、このときのユーザの視点や視線方向の時系列に応じた、当該視点から当該環境地図を見た様子の変化が表示されるようにしてもよい。

[0159] また本実施形態は、特定の建築物の建築過程が早送り再生される場面に用いることができる。例えば同じ場所についての環境地図が時間経過に沿って連続して表示されるようにしてもよい。

[0160] なお、本発明は上述の実施形態に限定されるものではない。

[0161] また、サーバ 1 0 とトラッカー 1 2 の役割分担は上述のものに限定されない。例えば、サーバ 1 0 の機能の一部又は全部がトラッカー 1 2 において実装されてもよい。例えば、トラッカー 1 2 においてセンシングデータに基づく環境データの生成が実行されてもよい。そして当該環境データがトラッカー 1 2 からサーバ 1 0 に送信されるようにしてもよい。

請求の範囲

[請求項1] トラックが取得するセンシングデータに基づいて生成される環境データと、当該環境データが表す要素がセンシングされた時点に基づいて当該要素の実空間における存在が推定される時間範囲に対応付けられるセンシング時点データと、を含む要素データを少なくとも1つ記憶する要素データ記憶部と、

 新たなセンシングデータに基づいて生成される環境データに基づいて、当該環境データの一部又は全部である追加環境データが関連付けられる前記要素データを特定する要素データ特定部と、

 特定される前記要素データに前記追加環境データを含む前記要素データを関連付ける関連付け部と、

 を含むことを特徴とする要素データ管理装置。

[請求項2] 環境地図を再現すべき時点である再現時点の指定を受け付ける再現時点受付部と、

 前記要素データ記憶部に記憶されている複数の前記要素データのうちから、前記再現時点を含む時間範囲に対応付けられる前記センシング時点データを含むものである、再現要素データを複数特定する再現要素特定部と、

 特定される複数の前記再現要素データのそれぞれに含まれる前記環境データを合成することで、前記再現時点における環境地図を生成する環境地図再現部と、をさらに含む、

 ことを特徴とする請求項1に記載の要素データ管理装置。

[請求項3] 前記要素データは、他の前記要素データへのリンクを含み、

 前記再現要素特定部は、所与のルート要素である前記要素データから順に、当該要素データに含まれる前記リンクにより参照される他の前記要素データのうちから、前記再現時点を含む時間範囲に対応付けられる前記センシング時点データを含むものを特定する処理を再帰的に実行し、

前記環境地図再現部は、再帰的な前記処理の実行によって特定される複数の前記再現要素データのそれぞれに含まれる前記環境データを合成することで、前記再現時点における環境地図を生成する、

ことを特徴とする請求項2に記載の要素データ管理装置。

[請求項4]

前記要素データに含まれる前記センシング時点データに対応付けられる時間範囲には、当該要素データに含まれるリンクにより参照される前記要素データに含まれる前記センシング時点データに対応付けられる時間範囲が含まれる、

ことを特徴とする請求項3に記載の要素データ管理装置。

[請求項5]

前記要素データ記憶部に記憶されている複数の要素データは、当該要素データに含まれる前記センシング時点データに対応付けられる時間範囲が長いものであるほどルート側に配置され、短いものであるほどリーフ側に配置されたネットワーク構造のデータである、

ことを特徴とする請求項2に記載の要素データ管理装置。

[請求項6]

メッシュを示す前記要素データには、それぞれ時間帯に対応付けられるテクスチャを示すテクスチャデータが複数関連付けられており、

前記環境地図再現部は、前記再現要素データが示すメッシュに、当該再現要素データに関連付けられている、前記再現時点が属する時間帯に対応付けられる前記テクスチャデータが示すテクスチャが貼られた環境地図を生成する、

ことを特徴とする請求項2から5のいずれか一項に記載の要素データ管理装置。

[請求項7]

メッシュを示す前記要素データには、それぞれ時間帯に対応付けられる頂点色を示す頂点色データが複数関連付けられており、

前記環境地図再現部は、前記再現要素データが示すメッシュの頂点に、当該再現要素データに関連付けられている、前記再現時点が属する時間帯に対応付けられる前記頂点色データが示す色が設定された環境地図を生成する、

ことを特徴とする請求項2から5のいずれか一項に記載の要素データ管理装置。

[請求項8] 前記要素データ記憶部に記憶されている少なくとも1つの前記要素データに基づく最新の環境地図において、当該環境地図には表れているが前記センシングデータに基づく前記環境データには表れていない消滅要素を特定する消滅要素特定部と、

前記要素データ記憶部に記憶されている、前記消滅要素が一部に表れている前記要素データから当該消滅要素を削除する削除部と、をさらに含み、

前記関連付け部は、前記消滅要素を表す消滅環境データと、前記消滅要素がセンシングされた時点に基づいて当該消滅要素の実空間における存在が推定される時間範囲に対応付けられるセンシング時点データと、を含む新たな前記要素データを生成して、当該新たな要素データを前記消滅要素が一部に表れている前記要素データに関連付ける、

ことを特徴とする請求項1から7のいずれか一項に記載の要素データ管理装置。

[請求項9] トラッカーが取得するセンシングデータに基づいて生成される環境データと、当該環境データが表す要素がセンシングされた時点に基づいて当該要素の実空間における存在が推定される時間範囲に対応付けられるセンシング時点データと、を含む要素データを少なくとも1つ記憶する要素データ記憶部に記憶されている少なくとも1つの前記要素データのうちから、新たなセンシングデータに基づいて生成される環境データの一部又は全部である追加環境データが関連付けられる前記要素データを特定するステップと、

特定される前記要素データに前記追加環境データを含む前記要素データを関連付けるステップと、

を含むことを特徴とする要素データ管理方法。

[請求項10] トラッカーが取得するセンシングデータに基づいて生成される環境

データと、当該環境データが表す要素がセンシングされた時点に基づいて当該要素の実空間における存在が推定される時間範囲に対応付けられるセンシング時点データと、を含む要素データを少なくとも1つ記憶する要素データ記憶部に記憶されている少なくとも1つの前記要素データのうちから、新たなセンシングデータに基づいて生成される環境データの一部又は全部である追加環境データが関連付けられる前記要素データを特定する手順、

特定される前記要素データに前記追加環境データを含む前記要素データを関連付ける手順、

をコンピュータに実行させることを特徴とするプログラム。

[請求項11]

要素データのデータ構造であって、

トラッカーによるセンシング結果を示すセンシングデータに基づいて生成される環境データと、

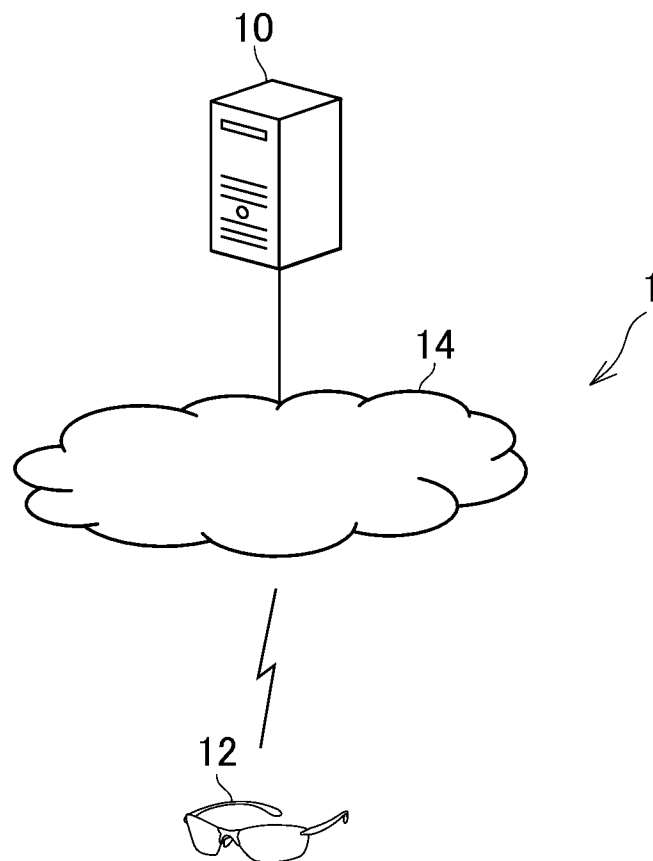
当該環境データが表す要素がセンシングされた時点に基づいて当該要素の実空間における存在が推定される時間範囲に対応付けられるセンシング時点データと、

他の前記要素データへのリンクと、を含み、

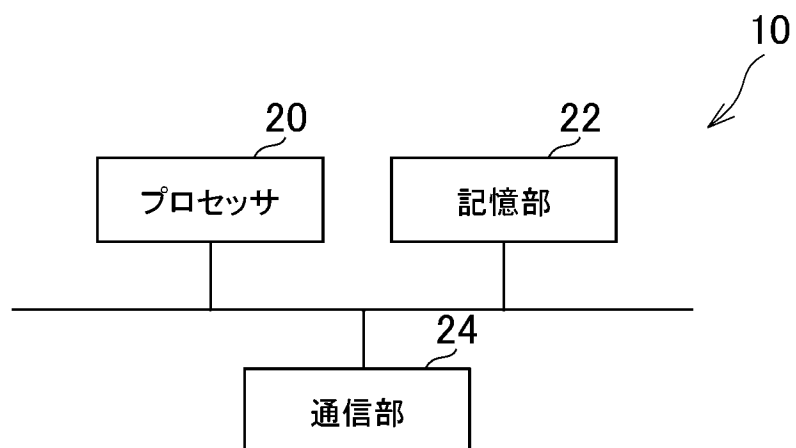
前記要素データに含まれる前記センシング時点データに対応付けられる時間範囲には、当該要素データに含まれるリンクにより参照される前記要素データに含まれる前記センシング時点データに対応付けられる時間範囲が含まれる、

ことを特徴とする要素データのデータ構造。

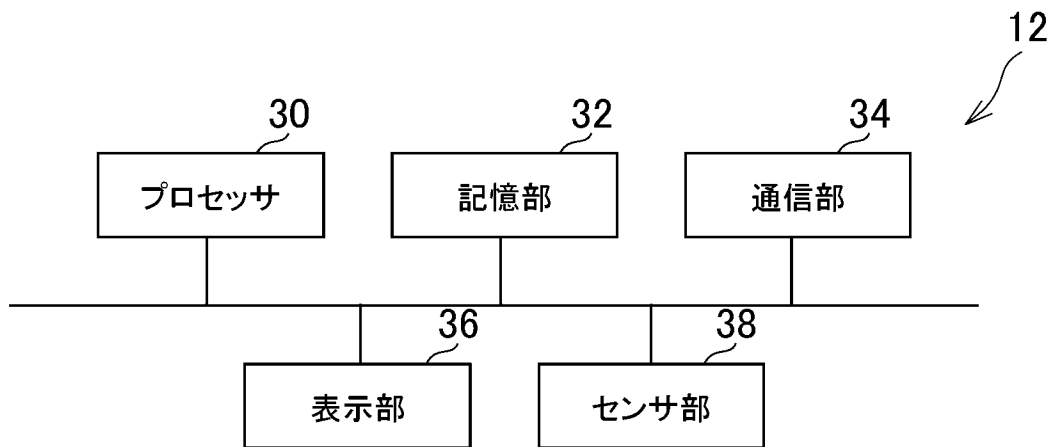
[図1]



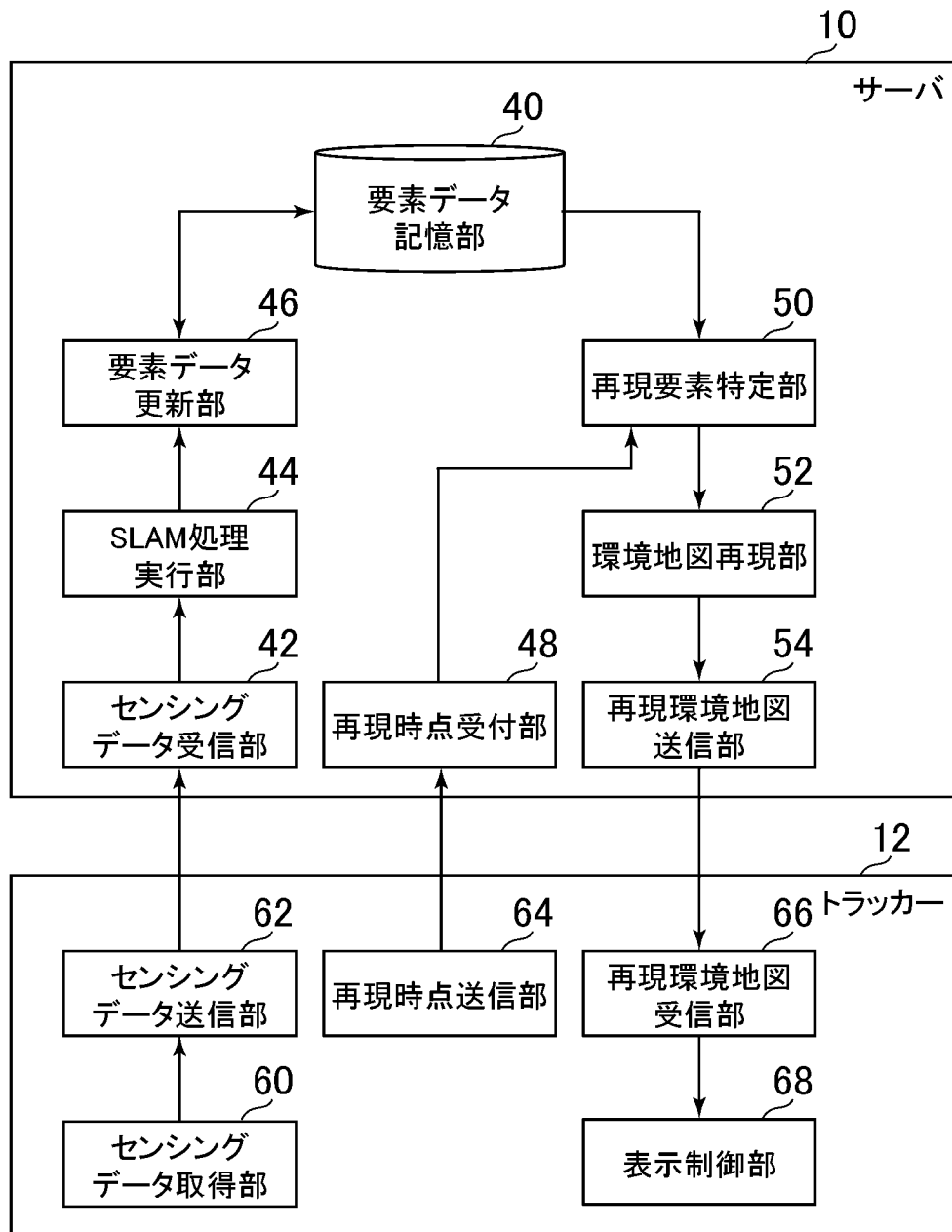
[図2A]



[図2B]



[図3]



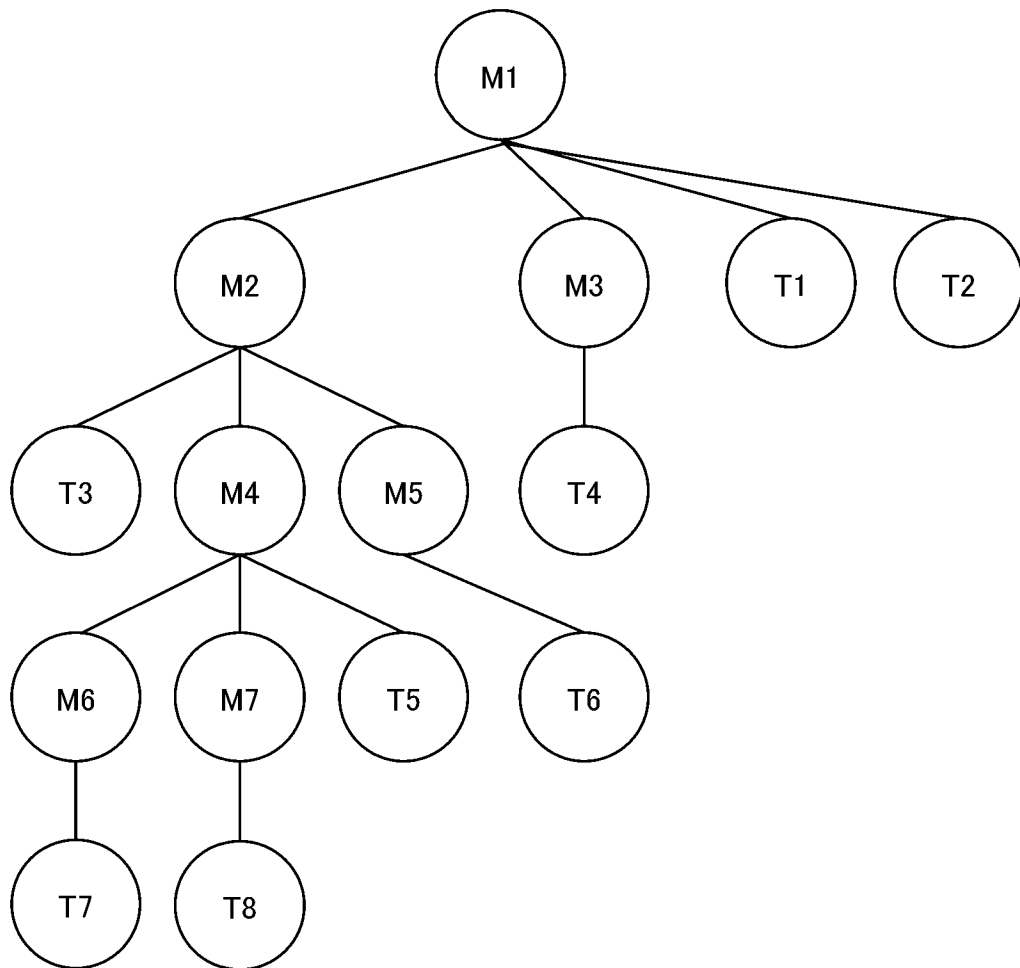
[図4]

要素ID	
メッシュデータ	
テクスチャ要素IDリスト	
センシング時点 データ	発生時点データ
	消滅時点データ
子要素IDリスト	

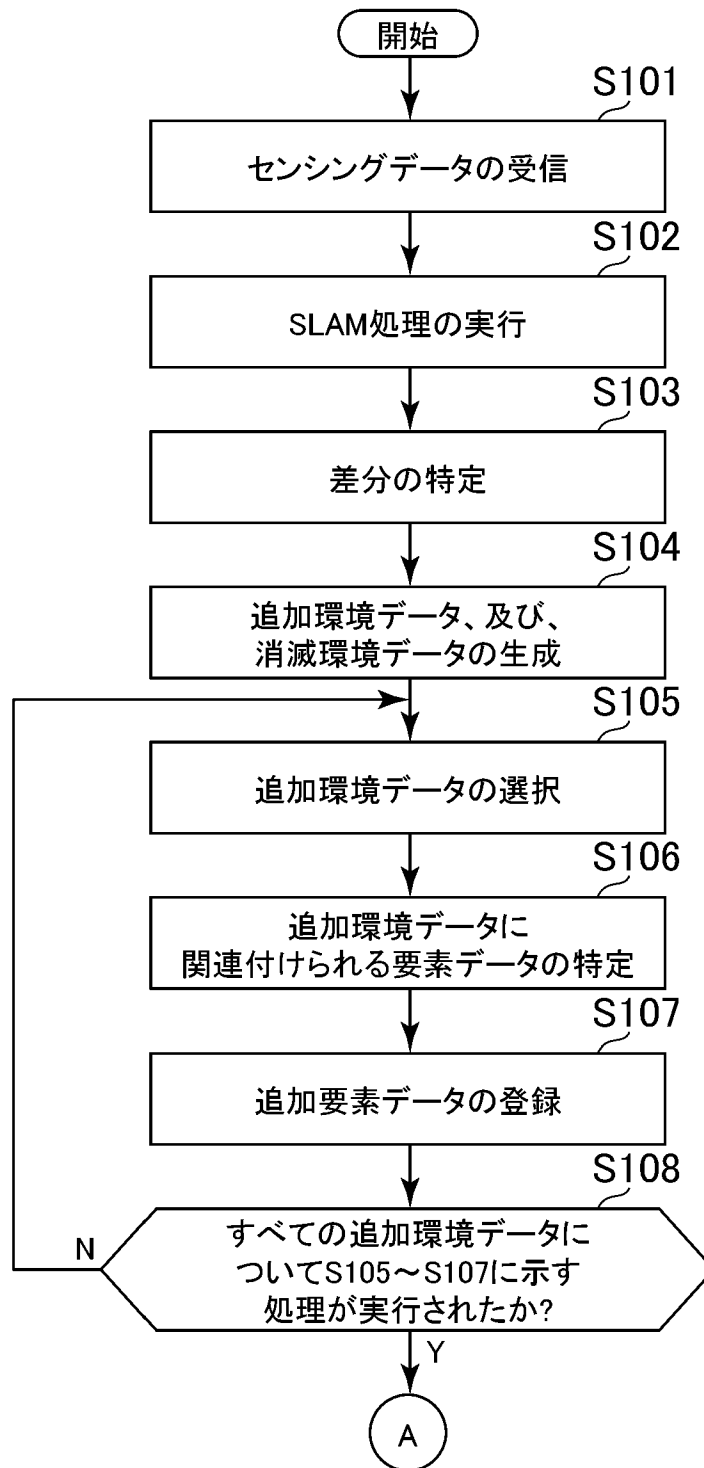
[図5]

要素ID
テクスチャデータ
センシング時点データ

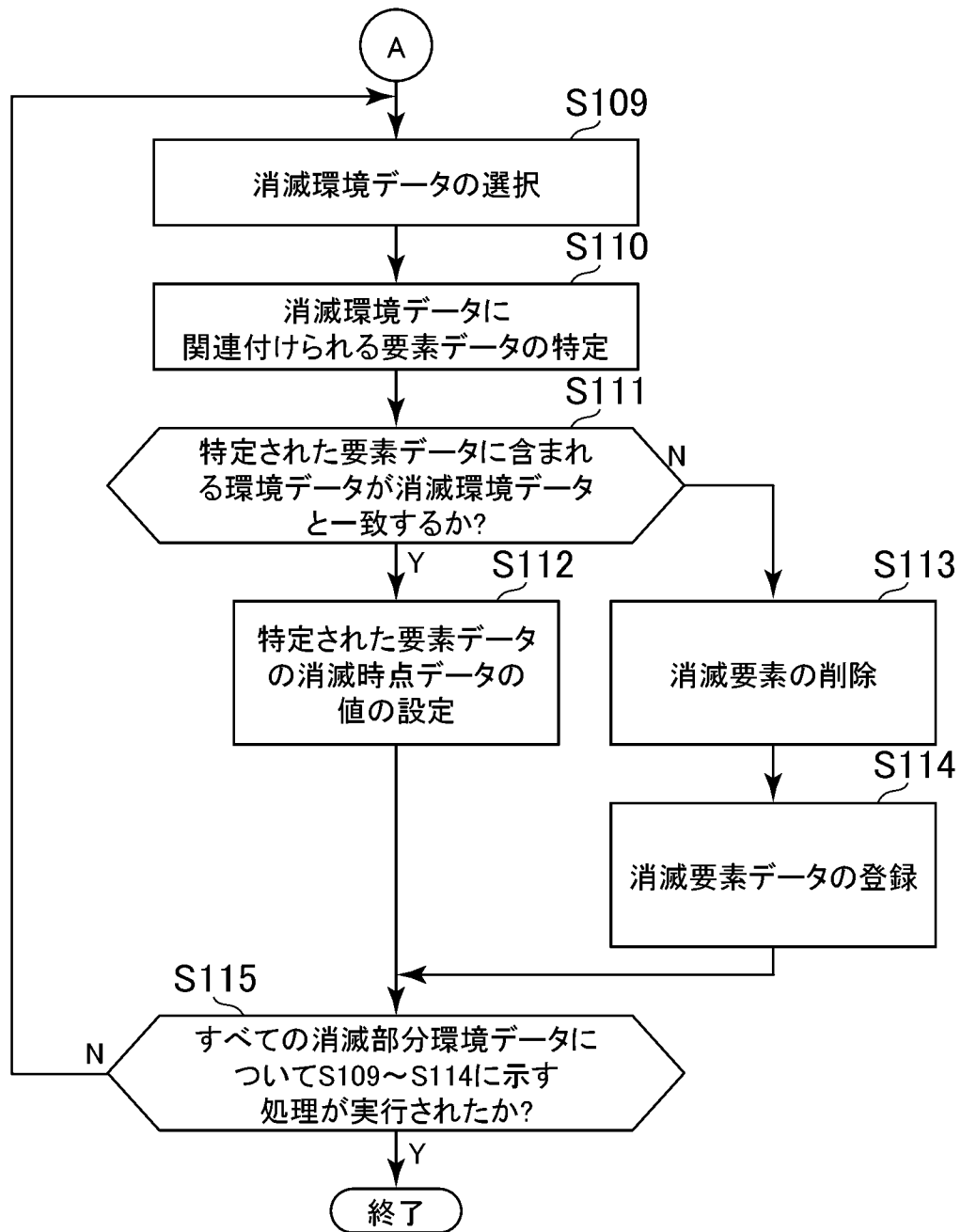
[図6]



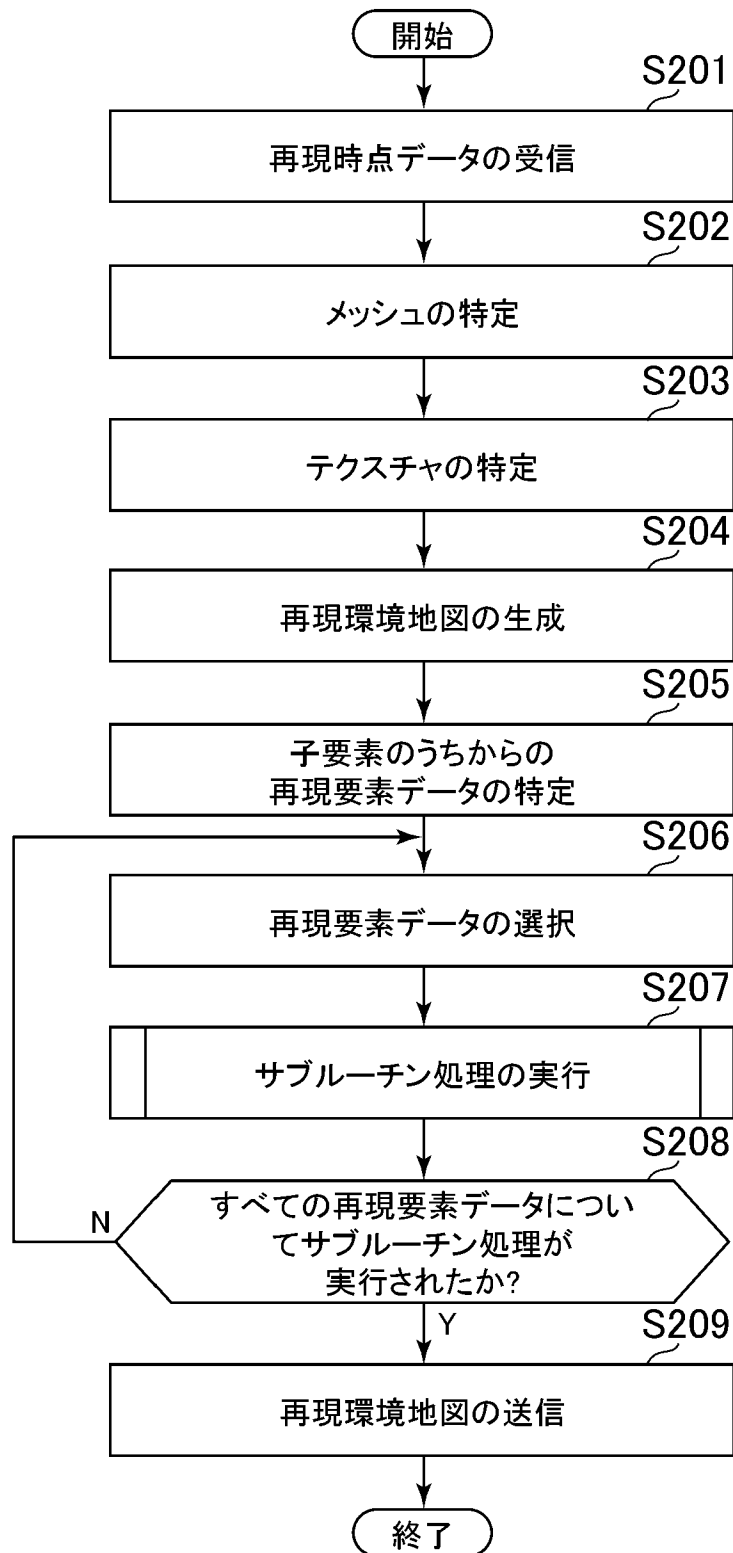
[図7A]



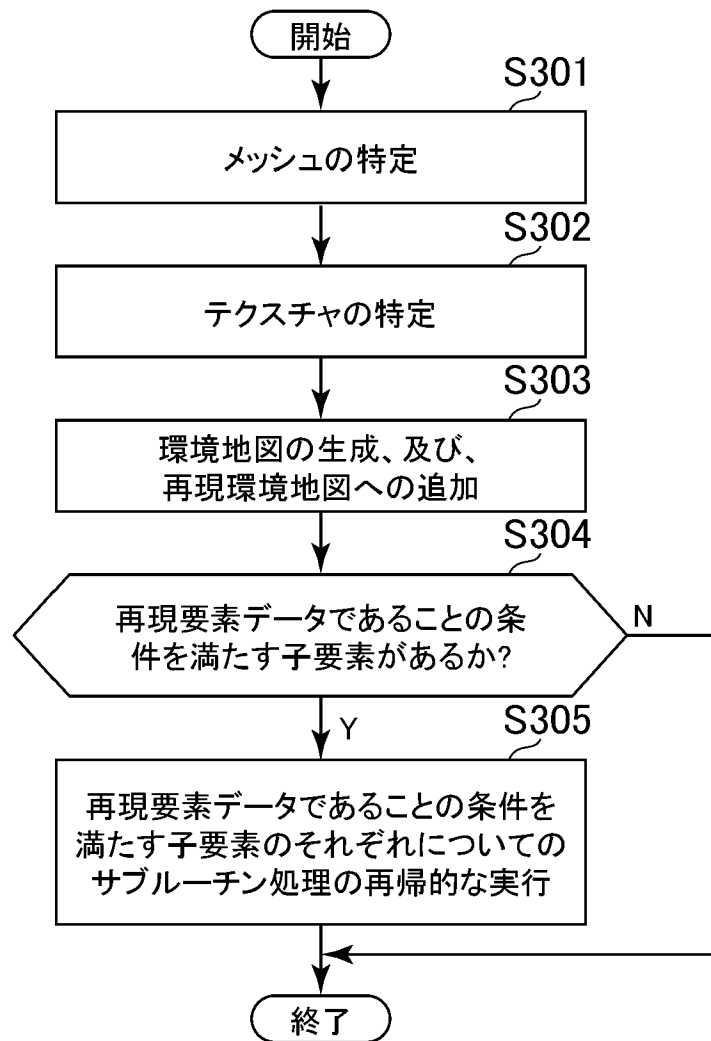
[図7B]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/024817

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G06Q50/10 (2012.01) i

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)

Int.Cl. G06Q50/10

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	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

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.
X A	JP 2018-156482 A (TOSHIBA CORP.) 04 October 2018, claims 1-6, paragraphs [0031]-[0045], fig. 5 & US 2018/0267540 A1, claims 1-6, paragraphs [0060]-[0083], fig. 5 & CN 108628295 A	1, 9-11 2-8
A	WO 2019/069524 A1 (SONY CORP.) 11 April 2019, entire text, all drawings (Family: none)	2-8
A	JP 2009-169845 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 30 July 2009, entire text, all drawings (Family: none)	2-8

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.	☐ See patent family annex.
---	---

* Special categories of cited documents:	"I" 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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 05 September 2019 (05.09.2019)	Date of mailing of the international search report 17 September 2019 (17.09.2019)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G06Q50/10(2012.01)i

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（I P C））

Int.Cl. G06Q50/10

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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
X A	JP 2018-156482 A（株式会社東芝）2018.10.04, [請求項1]-[請求項6], [0031]-[0045], 第5図 & US 2018/0267540 A1, [claim1]-[claim6], [0060]-[0083], FIG. 5 & CN 108628295 A	1, 9-11 2-8
A	WO 2019/069524 A1（ソニー株式会社）2019.04.11, 全文、全図（ファミリーなし）	2-8
A	JP 2009-169845 A（トヨタ自動車株式会社）2009.07.30, 全文、全図（ファミリーなし）	2-8

C欄の続きにも文献が列挙されている。

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矛盾するものではなく、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

05.09.2019

国際調査報告の発送日

17.09.2019

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

山内 裕史

5 L

4064

電話番号 03-3581-1101 内線 3562