

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5471626号  
(P5471626)

(45) 発行日 平成26年4月16日(2014.4.16)

(24) 登録日 平成26年2月14日(2014.2.14)

(51) Int. Cl. F 1  
G 0 6 F 1 7 / 3 0 ( 2 0 0 6 . 0 1 ) G 0 6 F 1 7 / 3 0 1 7 0 C

請求項の数 12 (全 32 頁)

(21) 出願番号	特願2010-51731 (P2010-51731)	(73) 特許権者	000002185
(22) 出願日	平成22年3月9日(2010.3.9)		ソニー株式会社
(65) 公開番号	特開2011-186808 (P2011-186808A)		東京都港区港南1丁目7番1号
(43) 公開日	平成23年9月22日(2011.9.22)	(74) 代理人	100095957
審査請求日	平成25年1月23日(2013.1.23)		弁理士 亀谷 美明
		(74) 代理人	100096389
			弁理士 金本 哲男
		(74) 代理人	100101557
			弁理士 萩原 康司
		(74) 代理人	100128587
			弁理士 松本 一騎
		(72) 発明者	多井 堅一郎
			東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 情報処理装置、マップ更新方法、プログラム及び情報処理システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数のユーザが活動する実空間内の物体の位置を表現するグローバルマップの少なくとも一部分を取得するグローバルマップ取得部と；

前記複数のユーザのうちの1人のユーザの装置により検出可能な周囲の物体の位置を表現するローカルマップを生成するローカルマップ生成部と；

前記グローバルマップに含まれる物体の位置データ及び前記ローカルマップに含まれる物体の位置データに基づいて、前記グローバルマップに対する前記ローカルマップの相対位置を算出する算出部と；

前記ローカルマップの前記相対位置に応じて、前記ローカルマップに含まれる物体の位置データを前記グローバルマップの座標系のデータに座標変換する変換部と；

前記変換部による座標変換後の前記ローカルマップに含まれる物体の位置データを用いて、前記グローバルマップを更新する更新部と；

を備え、

前記算出部は、前記ローカルマップに含まれる物体の位置データを前記グローバルマップの座標系のデータに変換した場合に、当該変換後のデータと前記グローバルマップに含まれる物体の位置データとの間の差が全体として小さくなるように、前記ローカルマップの前記相対位置を算出する、

情報処理装置。

【請求項2】

10

20

前記情報処理装置は、前記1人のユーザが有する端末装置である、  
請求項1に記載の情報処理装置。

【請求項3】

前記グローバルマップ取得部は、前記グローバルマップを保持するサーバ装置から前記グローバルマップの少なくとも一部分を取得し、

前記更新部は、物体の位置データを前記サーバ装置へ送信することにより、前記サーバ装置の前記グローバルマップを更新する、

請求項2に記載の情報処理装置。

【請求項4】

前記グローバルマップ取得部は、前記グローバルマップのうち、前記実空間内の前記端末装置の位置を含む局所的な領域に対応する一部分を取得する、請求項3に記載の情報処理装置。

10

【請求項5】

前記グローバルマップ取得部は、前記グローバルマップのうち、前記端末装置の近傍に位置する所定の数の物体の位置を表現する一部分を取得する、請求項3に記載の情報処理装置。

【請求項6】

前記ローカルマップ生成部は、撮像装置を用いて実空間を撮影することにより得られる入力画像と、1つ以上の物体の外観の特徴を表す特徴データとに基づいて、前記ローカルマップを生成する、請求項1に記載の情報処理装置。

20

【請求項7】

前記算出部は、前記グローバルマップ及び前記ローカルマップに共通して含まれる非移動物体の位置データに基づいて、前記ローカルマップの前記相対位置を算出する、請求項1に記載の情報処理装置。

【請求項8】

前記グローバルマップは、前記実空間内の各物体についての前記グローバルマップの座標系における位置データと当該位置データに関するタイムスタンプとを含む、請求項1に記載の情報処理装置。

【請求項9】

前記情報処理装置は、  
ユーザからの指示に応じて、前記グローバルマップを少なくとも部分的に可視化して画面に出力する表示制御部、  
をさらに備える、請求項1に記載の情報処理装置。

30

【請求項10】

情報処理装置を用いて、複数のユーザが活動する実空間内の物体の位置を表現するグローバルマップを更新するためのマップ更新方法であって：

前記グローバルマップの少なくとも一部分を取得するステップと；

前記情報処理装置により検出可能な周囲の物体の位置を表現するローカルマップを生成するステップと；

前記グローバルマップに含まれる物体の位置データ及び前記ローカルマップに含まれる物体の位置データに基づいて、前記グローバルマップに対する前記ローカルマップの相対位置を算出するステップと；

40

前記ローカルマップの前記相対位置に応じて、前記ローカルマップに含まれる物体の位置データを前記グローバルマップの座標系のデータに座標変換するステップと；

座標変換後の前記ローカルマップに含まれる物体の位置データを用いて、前記グローバルマップを更新するステップと；

含み、

前記ローカルマップの前記相対位置は、前記ローカルマップに含まれる物体の位置データを前記グローバルマップの座標系のデータに変換した場合に、当該変換後のデータと前記グローバルマップに含まれる物体の位置データとの間の差が全体として小さくなるよう

50

に、算出される、  
 マップ更新方法。

【請求項 1 1】

情報処理装置を制御するコンピュータを：

複数のユーザが活動する実空間内の物体の位置を表現するグローバルマップの少なくとも一部分を取得するグローバルマップ取得部と；

前記複数のユーザのうちの 1 人のユーザの装置により検出可能な周囲の物体の位置を表現するローカルマップを生成するローカルマップ生成部と；

前記グローバルマップに含まれる物体の位置データ及び前記ローカルマップに含まれる物体の位置データに基づいて、前記グローバルマップに対する前記ローカルマップの相対位置を算出する算出部と；

前記ローカルマップの前記相対位置に応じて、前記ローカルマップに含まれる物体の位置データを前記グローバルマップの座標系のデータに座標変換する変換部と；

前記変換部による座標変換後の前記ローカルマップに含まれる物体の位置データを用いて、前記グローバルマップを更新する更新部と；

として機能させ、

前記算出部は、前記ローカルマップに含まれる物体の位置データを前記グローバルマップの座標系のデータに変換した場合に、当該変換後のデータと前記グローバルマップに含まれる物体の位置データとの間の差が全体として小さくなるように、前記ローカルマップの前記相対位置を算出する、

プログラム。

【請求項 1 2】

複数のユーザが活動する実空間内の物体の位置を表現するグローバルマップを記憶媒体を用いて記憶しているサーバ装置と；

前記複数のユーザのうちの 1 人のユーザが保持する情報処理装置であって、

前記サーバ装置から、前記グローバルマップの少なくとも一部分を取得するグローバルマップ取得部、

前記情報処理装置により検出可能な周囲の物体の位置を表現するローカルマップを生成するローカルマップ生成部、

前記グローバルマップに含まれる物体の位置データ及び前記ローカルマップに含まれる物体の位置データに基づいて、前記グローバルマップに対する前記ローカルマップの相対位置を算出する算出部、

前記ローカルマップの前記相対位置に応じて、前記ローカルマップに含まれる物体の位置データを前記グローバルマップの座標系のデータに座標変換する変換部、

及び、前記変換部による座標変換後の前記ローカルマップに含まれる物体の位置データを用いて、前記グローバルマップを更新する更新部、

を備える情報処理装置と；

を含み、

前記算出部は、前記ローカルマップに含まれる物体の位置データを前記グローバルマップの座標系のデータに変換した場合に、当該変換後のデータと前記グローバルマップに含まれる物体の位置データとの間の差が全体として小さくなるように、前記ローカルマップの前記相対位置を算出する、

情報処理システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、情報処理装置、マップ更新方法、プログラム及び情報処理システムに関する。

【背景技術】

10

20

30

40

50

## 【 0 0 0 2 】

今日、実空間内の物体の位置を表現するマップをネットワークを介して複数のユーザが共有するための様々なアプリケーションが実用化されている。一例として、ユーザがマップ上の任意の位置にコメント又は写真などの情報を関連付けた上で、当該情報又はマップを他のユーザと共有することのできるアプリケーションが存在する（下記特許文献 1 及び非特許文献 1 参照）。また、マップ上の任意の位置に仮想的なタグを関連付けておき、端末のカメラ機能を用いて撮像された画像にそのタグを重畳して表示するアプリケーションも存在する（下記非特許文献 2 参照）。

## 【 先行技術文献 】

## 【 特許文献 】

10

## 【 0 0 0 3 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 6 - 2 0 9 7 8 4 号 公 報

## 【 非特許文献 】

## 【 0 0 0 4 】

【 非特許文献 1 】 「Google Maps」、[online]、[2010年2月22日検索]、インターネット<URL: <http://maps.google.com/>>

【 非特許文献 2 】 「Sekai Camera Support Center」、[online]、[2010年2月22日検索]、インターネット<URL: <http://support.sekaicamera.com/en>>

## 【 発明の概要 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

20

## 【 0 0 0 5 】

しかしながら、従来のマップ共有アプリケーションでは、マップと関連付けられる情報はユーザにより自由に更新され得るものの、マップそのものはサービス提供者が更新する場合を除いて変化しない。そのため、実空間内の物体の位置の変化をユーザが認識した場合にも、その変化をマップに迅速に反映して他のユーザと共有することは困難である。また、サービス提供者によって詳細なマップが提供されないプライベート空間において、マップあるいはマップと関連付けられる情報をユーザ間で共有することができない。

## 【 0 0 0 6 】

そこで、本発明は、実空間内の物体の位置の変化を迅速にユーザ間で共有することのできる、新規かつ改良された情報処理装置、マップ更新方法、プログラム及び情報処理システムを提供しようとするものである。

30

## 【 課題を解決するための手段 】

## 【 0 0 0 7 】

本発明のある実施形態によれば、複数のユーザが活動する実空間内の物体の位置を表現するグローバルマップの少なくとも一部分を取得するグローバルマップ取得部と、上記複数のユーザのうちの 1 人のユーザの装置により検出可能な周囲の物体の位置を表現するローカルマップを生成するローカルマップ生成部と、上記ローカルマップに含まれる物体の位置データに基づいて、上記グローバルマップを更新する更新部と、を備える情報処理装置が提供される。

## 【 0 0 0 8 】

40

また、上記情報処理装置は、上記グローバルマップに含まれる物体の位置データ及び上記ローカルマップに含まれる物体の位置データに基づいて、上記グローバルマップに対する上記ローカルマップの相対位置を算出する算出部と、上記ローカルマップの上記相対位置に応じて、上記ローカルマップに含まれる物体の位置データを上記グローバルマップの座標系のデータに座標変換する変換部と、をさらに備え、上記更新部は、上記変換部による座標変換後の上記ローカルマップに含まれる物体の位置データを用いて、上記グローバルマップを更新してもよい。

## 【 0 0 0 9 】

また、上記情報処理装置は、上記 1 人のユーザが有する端末装置であってもよい。

## 【 0 0 1 0 】

50

また、上記グローバルマップ取得部は、上記グローバルマップを保持するサーバ装置から上記グローバルマップの少なくとも一部分を取得し、上記更新部は、物体の位置データを上記サーバ装置へ送信することにより、上記サーバ装置の上記グローバルマップを更新してもよい。

【0011】

また、上記グローバルマップ取得部は、上記グローバルマップのうち、上記実空間内の上記端末装置の位置を含む局所的な領域に対応する一部分を取得してもよい。

【0012】

また、上記グローバルマップ取得部は、上記グローバルマップのうち、上記端末装置の近傍に位置する所定の数の物体の位置を表現する一部分を取得してもよい。

10

【0013】

また、上記ローカルマップ生成部は、撮像装置を用いて実空間を撮影することにより得られる入力画像と、1つ以上の物体の外観の特徴を表す特徴データとに基づいて、上記ローカルマップを生成してもよい。

【0014】

また、上記算出部は、上記グローバルマップ及び上記ローカルマップに共通して含まれる非移動物体の位置データに基づいて、上記ローカルマップの上記相対位置を算出してもよい。

【0015】

また、上記算出部は、上記ローカルマップに含まれる物体の位置データを上記グローバルマップの座標系のデータに変換した場合に、当該変換後のデータと上記グローバルマップに含まれる物体の位置データとの間の差が全体として小さくなるように、上記ローカルマップの上記相対位置を算出してもよい。

20

【0016】

また、上記グローバルマップは、上記実空間内の各物体についての上記グローバルマップの座標系における位置データと当該位置データに関するタイムスタンプとを含んでもよい。

【0017】

また、上記情報処理装置は、ユーザからの指示に応じて、上記グローバルマップを少なくとも部分的に可視化して画面に出力する表示制御部、をさらに備えてもよい。

30

【0018】

また、本発明の別の実施形態によれば、情報処理装置を用いて、複数のユーザが活動する実空間内の物体の位置を表現するグローバルマップを更新するためのマップ更新方法であって、上記グローバルマップの少なくとも一部分を取得するステップと、上記情報処理装置により検出可能な周囲の物体の位置を表現するローカルマップを生成するステップと、上記ローカルマップに含まれる物体の位置データに基づいて、上記グローバルマップを更新するステップと、含むマップ更新方法が提供される。

【0019】

また、本発明の別の実施形態によれば、情報処理装置を制御するコンピュータを、複数のユーザが活動する実空間内の物体の位置を表現するグローバルマップの少なくとも一部分を取得するグローバルマップ取得部と、上記複数のユーザのうちの1人のユーザの装置により検出可能な周囲の物体の位置を表現するローカルマップを生成するローカルマップ生成部と、上記ローカルマップに含まれる物体の位置データに基づいて、上記グローバルマップを更新する更新部と、として機能させるための、プログラムが提供される。

40

【0020】

また、本発明の別の実施形態によれば、複数のユーザが活動する実空間内の物体の位置を表現するグローバルマップを記憶媒体を用いて記憶しているサーバ装置と、上記複数のユーザのうちの1人のユーザが保持する情報処理装置であって、上記サーバ装置から、上記グローバルマップの少なくとも一部分を取得するグローバルマップ取得部、上記情報処理装置により検出可能な周囲の物体の位置を表現するローカルマップを生成するローカル

50

マップ生成部、及び、上記ローカルマップに含まれる物体の位置データに基づいて、上記グローバルマップを更新する更新部、を備える情報処理装置と、を含む情報処理システムが提供される。

【発明の効果】

【0021】

以上説明したように、本発明に係る情報処理装置、マップ更新方法、プログラム及び情報処理システムによれば、実空間内の物体の位置の変化を迅速にユーザ間で共有することができる。

【図面の簡単な説明】

【0022】

10

【図1】一実施形態に係るシステムの概要について説明するための模式図である。

【図2】グローバルマップ及びローカルマップに含まれる物体の位置データについて説明するための模式図である。

【図3】一実施形態に係るサーバの構成の一例を示すブロック図である。

【図4】部分グローバルマップについて説明するための説明図である。

【図5】一実施形態に係る端末装置の構成の一例を示すブロック図である。

【図6A】部分グローバルマップ取得処理の第1の例について説明するための説明図である。

【図6B】部分グローバルマップ取得処理の第2の例について説明するための説明図である。

20

【図6C】部分グローバルマップ取得処理の第3の例について説明するための説明図である。

【図7】一実施形態に係るローカルマップ生成部の詳細な構成の一例を示すブロック図である。

【図8】一実施形態に係る自己位置検出処理の流れの一例を示すフローチャートである。

【図9】オブジェクト上に設定される特徴点について説明するための説明図である。

【図10】特徴点の追加について説明するための説明図である。

【図11】予測モデルの一例について説明するための説明図である。

【図12】特徴データの構成の一例について説明するための説明図である。

【図13】一実施形態に係るオブジェクト認識処理の流れの一例を示すフローチャートである。

30

【図14A】一実施形態に係る算出部によるマップ照合処理の一例について説明するための説明図である。

【図14B】一実施形態に係る算出部によるマップ照合処理の他の例について説明するための説明図である。

【図15A】一実施形態に係るグローバルマップ更新処理の一例について説明するための説明図である。

【図15B】一実施形態に係るグローバルマップ更新処理の他の例について説明するための説明図である。

【図16】一実施形態に係るマップ管理サーバと端末装置との間のマップ更新処理の流れの一例を示すフローチャートである。

40

【図17】一実施形態に係るスーパークライアントの構成の一例を示すブロック図である。

【図18】追加情報の共有の適用場面の一例を示す模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0023】

以下に添付図面を参照しながら、本発明の好適な実施の形態について詳細に説明する。なお、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能構成を有する構成要素については、同一の符号を付すことにより重複説明を省略する。

【0024】

50

また、以下の順序にしたがって当該「発明を実施するための形態」を説明する。

1. システムの概要
  - 1 - 1. システム構成の例
  - 1 - 2. 位置データの例
2. 一実施形態に係るマップ管理サーバの構成
3. 一実施形態に係る端末装置の構成
  - 3 - 1. 通信インタフェース
  - 3 - 2. 撮像部
  - 3 - 3. 初期化部
  - 3 - 4. グローバルマップ取得部
  - 3 - 5. ローカルマップ生成部
  - 3 - 6. 算出部
  - 3 - 7. 変換部
  - 3 - 8. 更新部
  - 3 - 9. 表示制御部
4. 処理の流れ
5. 変形例
  - 5 - 1. スーパークライアント
  - 5 - 2. 付加情報の共有

10

## 6. まとめ

20

### 【0025】

#### < 1. システムの概要 >

##### [ 1 - 1. システム構成の例 ]

まず、図1及び図2を用いて、本発明の一実施形態に係るシステムの概要について説明する。図1は、本発明の一実施形態に係る情報処理システム1の概要を示す模式図である。図1を参照すると、本実施形態に係る情報処理システム1は、マップ管理サーバ10、端末装置100a及び端末装置100bを含む。

### 【0026】

マップ管理サーバ10は、複数のユーザの間でマップ及びマップに関連付けられる情報を共有させるためのマップ共有サービスを提供する情報処理装置である。マップ管理サーバ10は、装置の内部又は外部にデータベースを有し、当該データベースに後述するグローバルマップを格納する。マップ管理サーバ10は、典型的には、PC (Personal Computer) 又はワークステーションなどの汎用的な情報処理装置を用いて実現される。

30

### 【0027】

本明細書において、マップ管理サーバ10により管理されるマップをグローバルマップという。グローバルマップは、マップ共有サービスのサービス対象領域 $A_G$ の全体にわたって、実空間内の物体の位置を表現するマップである。

### 【0028】

端末装置100aは、ユーザ $U_a$ が保持する情報処理装置である。端末装置100bは、ユーザ $U_b$ が保持する情報処理装置である。本明細書において、これら端末装置100a及び端末装置100bを互いに区別する必要がある場合には、符号の末尾のアルファベットを省略して端末装置100と総称する。端末装置100は、有線又は無線による通信接続を介して、マップ管理サーバ10との間で通信することができる。端末装置100は、典型的には、PC、スマートフォン、PDA (Personal Digital Assistants)、ポータブル音楽プレーヤ、又はゲーム端末などの任意の種類の情報処理装置であってよい。

40

### 【0029】

端末装置100は、周囲の物体の位置を検出可能なセンサ機能を有する。そして、端末装置100は、当該センサ機能を用いて、自装置の周囲(例えば、領域 $A_{L_a}$ 又は領域 $A_{L_b}$ 内)の物体の位置を表現するローカルマップを生成する。本実施形態では、センサ機能の一例として、単眼カメラを用いてカメラの位置及び姿勢と入力画像に映る物体の特徴

50

点の位置とを同時に推定可能な S L A M ( Simultaneous Localization And Mapping ) 技術を用いる例を説明する。

【 0 0 3 0 】

さらに、端末装置 1 0 0 は、生成したローカルマップを用いてマップ管理サーバ 1 0 により管理されるグローバルマップを更新する更新機能と、最新の ( 又は過去の任意の時点の ) グローバルマップを表示する表示機能とを有する。即ち、例えば、ユーザ U a は、ユーザ U b により保持されている端末装置 1 0 0 b により更新されたグローバルマップを、端末装置 1 0 0 a の画面上で閲覧することができる。また、例えば、ユーザ U b は、ユーザ U a により保持されている端末装置 1 0 0 a により更新されたグローバルマップを、端末装置 1 0 0 b の画面上で閲覧することができる。

10

【 0 0 3 1 】

[ 1 - 2 . 位置データの例 ]

図 2 は、グローバルマップ及びローカルマップに含まれる物体の位置データについて説明するための模式図である。

【 0 0 3 2 】

図 2 を参照すると、実空間内に存在する 4 つの物体 B 1 ~ B 4 が示されている。物体 B 1 は、テーブルである。物体 B 2 は、コーヒーカップである。物体 B 3 は、ノート P C である。物体 B 4 は、窓である。このうち、物体 B 4 の位置は、通常移動しない。本明細書では、このような移動しない物体を非移動物体あるいはランドマークという。また、図 2 には、各物体についての位置データ R 1 ~ R 4 も示されている。各位置データ R 1 ~ R 4 は、それぞれ、物体 B 1 ~ B 4 を表すオブジェクト I D 「 O b j 1 」 ~ 「 O b j 4 」、位置「 X 1 」 ~ 「 X 4 」及び姿勢「 1 」 ~ 「 4 」、並びに位置データの生成時点を表すタイムスタンプ「 Y Y Y Y M M D D h h m m s s 」を含む。

20

【 0 0 3 3 】

グローバルマップは、サービス対象領域 A G の全体にわたる実空間内に存在する物体についての、図 2 に例示したような位置データを含むデータセットである。例えば、1 つの建物の全体をサービス対象領域 A G とする場合には、グローバルマップには、図 2 に例示した 1 つの部屋の中の物体だけでなく、他の部屋の中の物体についての位置データも含まれ得る。グローバルマップの位置データの座標系は、グローバル座標系として予め固定的に設定される。

30

【 0 0 3 4 】

これに対し、ローカルマップは、端末装置 1 0 0 の周囲の実空間内に存在する物体についての、図 2 に例示したような位置データを含むデータセットである。例えば、ローカルマップには、図 2 に例示した物体 B 1 ~ B 4 についての位置データが含まれ得る。ローカルマップの座標系の原点の位置と座標軸の向きは、端末装置 1 0 0 のカメラの位置及び姿勢に依存する。そのため、ローカルマップの座標系は、通常、グローバル座標系とは異なる。

【 0 0 3 5 】

なお、グローバルマップ及びローカルマップにより位置が表現され得る物体は、図 2 の例に限定されない。例えば、屋内に存在する物体の代わりに、屋外に存在する建物又は車などの物体の位置データがグローバルマップ及びローカルマップに含まれてもよい。この場合、建物はランドマークとなり得る。

40

【 0 0 3 6 】

< 2 . 一実施形態に係るマップ管理サーバの構成 >

図 3 は、本実施形態に係るマップ管理サーバ 1 0 の構成の一例を示すブロック図である。図 3 を参照すると、マップ管理サーバ 1 0 は、通信インタフェース 2 0 、グローバルマップ記憶部 3 0 、部分グローバルマップ抽出部 4 0 、更新部 5 0 、及びグローバルマップ配信部 6 0 を備える。

【 0 0 3 7 】

通信インタフェース 2 0 は、マップ管理サーバ 1 0 と端末装置 1 0 0 との間の通信接続

50

を仲介するインタフェースである。通信インタフェース20は、無線通信インタフェースであってもよく、有線通信インタフェースであってもよい。

【0038】

グローバルマップ記憶部30は、ハードディスク又は半導体メモリなどの記憶媒体を用いて構成されるデータベースに相当し、複数のユーザが活動する実空間内の物体の位置を表現する上述したグローバルマップを記憶する。そして、グローバルマップ記憶部30は、部分グローバルマップ抽出部40からの要求に応じて、グローバルマップのサブセットである部分グローバルマップを出力する。また、グローバルマップ記憶部30に記憶されているグローバルマップは、更新部50により更新される。また、グローバルマップ記憶部30は、グローバルマップ配信部60からの要求に応じて、グローバルマップの全体又は要求された一部分を出力する。

10

【0039】

部分グローバルマップ抽出部40は、通信インタフェース20を介して端末装置100の位置に関する情報を受信し、当該情報に応じて部分グローバルマップを抽出する。そして、部分グローバルマップ抽出部40は、抽出した部分グローバルマップを、通信インタフェース20を介して端末装置100へ送信する。部分グローバルマップとは、グローバルマップのサブセットである。部分グローバルマップは、グローバル座標系における端末装置100の位置の周囲の局所的な領域に含まれる物体の位置を表現する。

【0040】

図4は、部分グローバルマップについて説明するための説明図である。図4の左には、オブジェクトIDが「Obj1」～「Obj19」である19個の物体についての位置データを含むグローバルマップ $M_G$ が示されている。これら19個の物体は、図4の右に示されたサービス対象領域 $A_G$ の中に散在する。このとき、ユーザ $U_a$ が保持する端末100aの位置からの距離が閾値D以下である物体は、物体B1～B9である。この場合、例えば、当該物体B1～B9についての位置データが、ユーザ $U_a$ のための部分グローバルマップ $M_G(U_a)$ を構成する。また、ユーザ $U_b$ が保持する端末100bの位置からの距離が閾値D以下である物体は、物体B11～B19である。この場合、例えば、当該物体B11～B19についての位置データが、ユーザ $U_b$ のための部分グローバルマップ $M_G(U_b)$ を構成する。閾値Dは、後述するローカルマップの範囲の大部分が部分グローバルマップにも含まれるように、予め適切な値に設定される。なお、部分グローバルマップの抽出に関する他の例について、後にさらに説明する。

20

30

【0041】

更新部50は、端末装置100から通信インタフェース20を介して受信される物体の位置データに基づいて、グローバルマップ記憶部30により記憶されているグローバルマップを更新する。それにより、実空間内の物体の位置の変化がグローバルマップに迅速に反映される。更新部50によるグローバルマップ更新処理については、後にさらに説明する。

【0042】

グローバルマップ配信部60は、端末装置100からの要求に応じて、グローバルマップ記憶部30により記憶されているグローバルマップを端末装置100へ配信する。グローバルマップ配信部60から配信されるグローバルマップは、端末装置100の表示機能により端末装置100の画面上で可視化される。それにより、ユーザは、最新の(又は過去の任意の時点の)グローバルマップを閲覧することができる。

40

【0043】

<3. 一実施形態に係る端末装置の構成>

図5は、本実施形態に係る端末装置100の構成の一例を示すブロック図である。図5を参照すると、端末装置100は、通信インタフェース102、撮像部110、初期化部120、グローバルマップ取得部130、記憶部132、ローカルマップ生成部140、算出部160、変換部170、更新部180及び表示制御部190を備える。

【0044】

50

## [ 3 - 1 . 通信インタフェース ]

通信インタフェース 102 は、端末装置 100 とマップ管理サーバ 10 との間の通信接続を仲介するインタフェースである。通信インタフェース 102 は、無線通信インタフェースであってもよく、有線通信インタフェースであってもよい。

## 【 0045 】

## [ 3 - 2 . 撮像部 ]

撮像部 110 は、例えば、CCD (Charge Coupled Device) 又は CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) などの撮像素子を有するカメラとして実現され得る。撮像部 110 は、端末装置 100 の外部に設けられてもよい。撮像部 110 は、図 2 に例示したような物体が存在する実空間を撮影することにより取得した画像を、入力画像として、初期化部 120 及びローカルマップ生成部 140 へ出力する。

10

## 【 0046 】

## [ 3 - 3 . 初期化部 ]

初期化部 120 は、撮像部 110 から入力される入力画像を用いて、グローバル座標系における端末装置 100 の大まかな位置を特定する。入力画像に基づく端末装置 100 の位置の特定 (Localization) は、例えば、特開 2008 - 185417 号公報に記載されている手法に従って行われ得る。その場合、初期化部 120 は、入力画像と記憶部 132 により予め記憶されている参照用画像とを照合し、一致度の高い参照用画像に対して高スコアを設定する。そして、初期化部 120 は、当該スコアに基づいて端末装置 100 の位置の候補の確率分布を算出し、算出した当該確率分布に基づいて尤もらしい端末装置 100 の位置 (仮説確率分布における確率値が最も高い位置) を特定する。そして、初期化部 120 は、特定した端末装置 100 の位置をグローバルマップ取得部 130 へ出力する。

20

## 【 0047 】

なお、初期化部 120 は、上述した手法の代わりに、GPS (Global Positioning System) 機能を用いて端末装置 100 の位置を特定してもよい。また、初期化部 120 は、例えば、周囲の無線アクセスポイントからの電測情報に基づいて現在位置を測定することの可能な PlaceEngine などの技術を用いて、端末装置 100 の位置を特定してもよい。

## 【 0048 】

## [ 3 - 4 . グローバルマップ取得部 ]

グローバルマップ取得部 130 は、通信インタフェース 102 を介してマップ管理サーバ 10 へ端末装置 100 の位置に関する情報を送信し、マップ管理サーバ 10 の部分グローバルマップ抽出部 40 により抽出される上述した部分グローバルマップを取得する。そして、グローバルマップ取得部 130 は、取得した部分グローバルマップを記憶部 132 へ格納する。

30

## 【 0049 】

図 6 A は、部分グローバルマップ取得処理の第 1 の例について説明するための説明図である。図 6 A を参照すると、端末装置 100 のグローバルマップ取得部 130 は、グローバル座標系における端末装置 100 の位置座標をマップ管理サーバ 10 へ送信する。そうすると、マップ管理サーバ 10 の部分グローバルマップ抽出部 40 は、例えば、当該位置座標を中心として半径  $D$  [m] 以内に位置する物体についての位置データにより構成される部分グローバルマップを抽出し、当該部分グローバルマップを端末装置 100 へ返送する。それにより、グローバルマップ取得部 130 は、予め定義される広さを有する局所的な領域に対応する部分グローバルマップを取得できる。局所的な領域とは、例えば、端末装置 100 の撮像部 110 により直接的に観測可能な広さを有する領域であってもよい。それにより、グローバルマップの全体を取得する場合と比較して、端末装置 100 による通信コスト及び処理コストを抑制することができる。

40

## 【 0050 】

図 6 B は、部分グローバルマップ取得処理の第 2 の例について説明するための説明図である。図 6 B を参照すると、端末装置 100 のグローバルマップ取得部 130 は、グローバル座標系における端末装置 100 の位置座標をマップ管理サーバ 10 へ送信する。そう

50

すると、マップ管理サーバ10の部分グローバルマップ抽出部40は、例えば、当該位置座標からの距離が近い順にn個の物体についての位置データにより構成される部分グローバルマップを抽出し、当該部分グローバルマップを端末装置100へ返送する。それにより、グローバルマップ取得部130は、予め定義されるデータ数を含む局所的な領域に対応する部分グローバルマップを取得できる。通常、予め定義されるデータ数nが大きいほど、後述する算出部160による部分グローバルマップとローカルマップとの照合を高い精度で行うことができる。nの値は、当該照合の精度と通信コスト及び処理コストとのバランスを考慮して決定される（例えばn = 100などであってよい）。

#### 【0051】

図6Cは、部分グローバルマップ取得処理の第3の例について説明するための説明図である。図6Cを参照すると、端末装置100のグローバルマップ取得部130は、端末装置100が位置するエリアを識別するための識別子（以下、エリア識別子という）をマップ管理サーバ10へ送信する。エリア識別子とは、例えば、端末装置100がアクセス可能な無線アクセスポイントのアクセスポイント識別子であってもよい。また、1つの建物の全体がサービス対象領域A<sub>G</sub>である場合には、エリア識別子とは、端末装置100が位置するフロア又は部屋を識別する番号などであってもよい。マップ管理サーバ10の部分グローバルマップ抽出部40は、エリア識別子を受信すると、当該エリア識別子が示すエリアに含まれる物体についての位置データにより構成される部分グローバルマップを抽出し、当該部分グローバルマップを端末装置100へ返送する。この場合にも、グローバルマップの全体を取得する場合と比較して、端末装置100による通信コスト及び処理コストを抑制することができる。

#### 【0052】

##### [3-5. ローカルマップ生成部]

ローカルマップ生成部140は、撮像部110から入力される入力画像及び記憶部132により記憶されている後述する特徴データに基づいて、端末装置100により検出可能な周囲の物体の位置を表現する上述したローカルマップを生成する。図7は本実施形態に係るローカルマップ生成部140の詳細な構成の一例を示すブロック図である。図7を参照すると、ローカルマップ生成部140は、自己位置検出部142、画像認識部144及びローカルマップ構築部146を含む。

#### 【0053】

##### (1) 自己位置検出部

自己位置検出部142は、撮像部110から入力される入力画像、及び記憶部132により記憶されている特徴データに基づいて、入力画像を映したカメラの位置を動的に検出する。例えば、自己位置検出部142は、Andrew J. Davisonによる“Real-Time Simultaneous Localization and Mapping with a Single Camera”（Proceedings of the 9th IEEE International Conference on Computer Vision Volume 2, 2003, pp.1403-1410）に記載されているSLAM技術を応用することにより、撮像部110のカメラが単眼カメラである場合にも、当該カメラの位置及び姿勢、並びにカメラの撮像面における特徴点の位置を、フレームごとに動的に決定することができる。

#### 【0054】

まず、図8を用いて、自己位置検出部142によるSLAM技術を応用した自己位置検出処理の全体的な流れについて説明する。次に、図9～図11を用いて、自己位置検出処理の詳細を説明する。

#### 【0055】

図8は、自己位置検出部142によるSLAM技術を応用した自己位置検出処理の流れの一例を示すフローチャートである。図8において、自己位置検出処理が開始すると、自己位置検出部142は、まず、状態変数を初期化する（ステップS102）。本実施形態において、状態変数とは、カメラの位置及び姿勢（回転角）、当該カメラの移動速度及び角速度、並びに1つ以上の特徴点の位置を要素として含むベクトルである。そして、自己位置検出部142は、撮像部110から入力画像を順次取得する（ステップS112）。

ステップ 1 1 2 からステップ S 1 1 8 までの処理は、各入力画像について（即ち毎フレーム）繰り返され得る。

【 0 0 5 6 】

ステップ S 1 1 4 では、自己位置検出部 1 4 2 は、入力画像に映る特徴点を追跡する。例えば、自己位置検出部 1 4 2 は、記憶部 1 3 2 により予め記憶されている特徴点ごとのパッチ（例えば特徴点を中心とする  $3 \times 3 = 9$  画素の小画像）を入力画像から検出する。ここで検出されたパッチの位置、即ち特徴点の位置は、後の状態変数の更新の際に用いられる。

【 0 0 5 7 】

ステップ S 1 1 6 では、自己位置検出部 1 4 2 は、所定の予測モデルに基づいて、例えば 1 フレーム後の状態変数の予測値を生成する。また、ステップ S 1 1 8 では、自己位置検出部 1 4 2 は、ステップ S 1 1 6 において生成した状態変数の予測値と、ステップ S 1 1 4 において検出した特徴点の位置に応じた観測値とを用いて、状態変数を更新する。自己位置検出部 1 4 2 は、ステップ S 1 1 6 及び S 1 1 8 における処理を、拡張カルマンフィルタの原理に基づいて実行する。

【 0 0 5 8 】

このような処理の結果として、毎フレーム更新される状態変数の値が出力される。以下、特徴点の追跡（ステップ S 1 1 4）、状態変数の予測（ステップ S 1 1 6）、状態変数の更新（ステップ S 1 1 8）の各処理の内容について、より具体的に説明する。

【 0 0 5 9 】

（ 1 - 1 ）特徴点の追跡

本実施形態において、記憶部 1 3 2 は、実空間内に存在し得る物体に対応するオブジェクトの特徴を表す特徴データを予め記憶している。特徴データには、例えば、各オブジェクトの外観の特徴を表す 1 つ以上の特徴点についての小画像、即ちパッチ（Patch）が含まれる。パッチとは、例えば、特徴点を中心とする  $3 \times 3 = 9$  画素よりなる小画像であってよい。

【 0 0 6 0 】

図 9 は、オブジェクトの 2 つの例、並びに各オブジェクト上に設定される特徴点（FP : Feature Point）及びパッチの例を示している。図 9 の左のオブジェクトは、PC を表すオブジェクトである（9 a 参照）。当該オブジェクト上には、特徴点 FP 1 を含む複数の特徴点が設定されている。さらに、特徴点 FP 1 と関連付けて、パッチ P t h 1 が定義されている。一方、図 9 の右のオブジェクトは、カレンダーを表すオブジェクトである（9 b 参照）。当該オブジェクト上には、特徴点 FP 2 を含む複数の特徴点が設定されている。さらに、特徴点 FP 2 と関連付けて、パッチ P t h 2 が定義されている。

【 0 0 6 1 】

自己位置検出部 1 4 2 は、撮像部 1 1 0 から入力画像を取得すると、入力画像に含まれる部分画像と、記憶部 1 3 2 に予め記憶されている図 9 に例示した特徴点ごとのパッチとを照合する。そして、自己位置検出部 1 4 2 は、照合の結果として、入力画像に含まれる特徴点の位置（例えば検出されたパッチの中心画素の位置）を特定する。

【 0 0 6 2 】

なお、特徴点の追跡（図 8 のステップ S 1 1 4）において、追跡される全ての特徴点に関するデータが予め記憶部 1 3 2 に記憶されていなくてもよい。例えば、図 1 0 の例では、時刻  $T = t - 1$  において、4 つの特徴点が入力画像内で検出されている（1 0 a 参照）。次に、時刻  $T = t$  においてカメラの位置又は姿勢が変化すると、時刻  $T = t - 1$  において入力画像に映っていた 4 つの特徴点のうち 2 つのみが入力画像内に映っている。この場合に、自己位置検出部 1 4 2 は、入力画像内で特徴的な画素のパターンを有する位置に新たに特徴点を設定し、その新たな特徴点を後のフレームにおける自己位置検出処理に用いてもよい。例えば、図 1 0 の例では、時刻  $T = t$  において、3 つの新たな特徴点がオブジェクト上に設定されている（1 0 b 参照）。かかる点は、SLAM 技術の 1 つの特長であり、それにより、予め全ての特徴点を設定しておくコストを削減できると共に、追加され

10

20

30

40

50

る多数の特徴点を用いて処理の精度を高めることができる。

【 0 0 6 3 】

( 1 - 2 ) 状態変数の予測

本実施形態において、自己位置検出部 1 4 2 は、拡張カルマンフィルタを適用すべき状態変数として、次式に示す状態変数  $X$  を用いる。

【 0 0 6 4 】

【数 1】

$$\mathbf{X} = \begin{pmatrix} \mathbf{x} \\ \boldsymbol{\omega} \\ \dot{\mathbf{x}} \\ \dot{\boldsymbol{\omega}} \\ \mathbf{p}_1 \\ \vdots \\ \mathbf{p}_N \end{pmatrix}$$

( 1 )

10

【 0 0 6 5 】

式 ( 1 ) における状態変数  $X$  の第 1 の要素は、次式の通り、端末装置 1 0 0 ごとに設定されるローカルマップ座標系 (  $x, y, z$  ) でのカメラの 3 次元位置を表す。なお、ローカルマップ座標系は、例えば、初期化处理時の撮像部 1 1 0 のカメラの位置及び姿勢に応じて設定される。例えば、ローカルマップの座標系の原点は、初期化处理時のカメラの位置であってよい。

20

【 0 0 6 6 】

【数 2】

$$\mathbf{x} = \begin{pmatrix} x_c \\ y_c \\ z_c \end{pmatrix}$$

( 2 )

30

【 0 0 6 7 】

また、状態変数の第 2 の要素は、カメラの姿勢を表す回転行列に対応する四元数 ( クォータニオン ) を要素として有する 4 次元ベクトル である。なお、四元数の代わりにオイラー角を用いてカメラの姿勢が表されてもよい。また、状態変数の第 3 及び第 4 の要素は、カメラの移動速度及び角速度をそれぞれ表す。

【 0 0 6 8 】

さらに、状態変数の第 5 及びそれ以降の要素は、次式の通り、ローカルマップ座標系での特徴点  $F P_i$  (  $i = 1 \dots N$  ) の 3 次元位置  $p_i$  をそれぞれ表す。なお、上述したように、特徴点の数  $N$  は、処理の間変化し得る。

40

【 0 0 6 9 】

【数 3】

$$\mathbf{p}_i = \begin{pmatrix} x_i \\ y_i \\ z_i \end{pmatrix}$$

( 3 )

50

## 【 0 0 7 0 】

自己位置検出部 1 4 2 は、ステップ S 1 0 2 において初期化された状態変数  $X$  の値、又は前フレームにおいて更新された状態変数  $X$  の値に基づいて、最新のフレームについての状態変数の予測値を生成する。状態変数の予測値は、次式に示す多次元正規分布に従った拡張カルマンフィルタの状態方程式に従って生成される。

## 【 0 0 7 1 】

【数 4】

$$\hat{X} = F(X, a) + w \quad (4)$$

10

## 【 0 0 7 2 】

ここで、 $F$  はシステムの状態遷移に関する予測モデル、 $a$  は予測条件である。また、 $w$  はガウシアンノイズであり、例えばモデル近似誤差や観測誤差等を含み得る。一般的に、ガウシアンノイズ  $w$  の平均はゼロとなる。

## 【 0 0 7 3 】

図 1 1 は、本実施形態に係る予測モデルの一例について説明するための説明図である。図 1 1 を参照すると、本実施形態に係る予測モデルにおける 2 つの予測条件が示されている。まず、第 1 の条件として、特徴点のローカルマップ座標系における 3 次元位置は変化しないものとする。即ち、時刻  $T$  における特徴点  $FP 1$  の 3 次元位置を  $p_T$  とすると、次

20

式の関係が成立する。

## 【 0 0 7 4 】

【数 5】

$$p_t = p_{t-1} \quad (5)$$

## 【 0 0 7 5 】

次に、第 2 の条件として、カメラの運動は等速運動であるものとする。即ち、時刻  $T = t - 1$  から時刻  $T = t$  にかけてのカメラの速度及び角速度について、次式の関係が成立する。

30

## 【 0 0 7 6 】

【数 6】

$$\dot{X}_t = \dot{X}_{t-1} \quad (6)$$

$$\dot{\omega}_t = \dot{\omega}_{t-1} \quad (7)$$

## 【 0 0 7 7 】

このような予測モデル及び式 ( 4 ) に示した状態方程式に基づいて、自己位置検出部 1 4 2 は、最新のフレームについての状態変数の予測値を生成する。

40

## 【 0 0 7 8 】

( 1 - 3 ) 状態変数の更新

そして、自己位置検出部 1 4 2 は、観測方程式を用いて、例えば状態変数の予測値から予測される観測情報と、特徴点の追跡結果として得られる実際の観測情報との誤差を評価する。なお、式 ( 8 ) における  $e$  がその誤差である。

## 【 0 0 7 9 】

【数 7】

$$\text{観測情報 } \mathbf{s} = H(\hat{\mathbf{X}}) + \mathbf{v} \quad (8)$$

$$\text{予測される観測情報 } \hat{\mathbf{s}} = H(\hat{\mathbf{X}}) \quad (9)$$

【0080】

ここで、Hは観測モデルを表す。例えば、特徴点FP<sub>i</sub>の撮像面(u-v平面)上の位置を、次式のように定義する。

【0081】

10

【数 8】

$$\text{FP}_i \text{の撮像面上の位置 } \tilde{\mathbf{p}}_i = \begin{pmatrix} u_i \\ v_i \\ 1 \end{pmatrix} \quad (10)$$

【0082】

ここで、カメラの位置 $\mathbf{x}$ 、カメラの姿勢、及び特徴点FP<sub>i</sub>の3次元位置 $\mathbf{p}_i$ は、いずれも状態変数 $\mathbf{X}$ の要素として与えられる。そうすると、ピンホールモデルに従い、特徴点FP<sub>i</sub>の撮像面上の位置は次式を用いて導かれる。

20

【0083】

【数 9】

$$\lambda \tilde{\mathbf{p}}_i = \mathbf{A} \mathbf{R}_\omega (\mathbf{p}_i - \mathbf{x}) \quad (11)$$

【0084】

ここで、 $\lambda$ は正規化のためのパラメータ、Aはカメラ内部パラメータ、Rは状態変数 $\mathbf{X}$ に含まれるカメラの姿勢を表す四元数に対応する回転行列である。カメラ内部パラメータAは、入力画像を撮影するカメラの特性に応じて、予め次式のように与えられる。

30

【0085】

【数 10】

$$\mathbf{A} = \begin{pmatrix} -f \cdot k_u & f \cdot k_u \cdot \cot \theta & u_0 \\ 0 & -\frac{f \cdot k_v}{\sin \theta} & v_0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (12)$$

40

【0086】

ここで、fは焦点距離、 $\theta$ は画像軸の直交性(理想値は90°)、 $k_u$ は撮像面の縦軸のスケール(ローカルマップ座標系から撮像面の座標系へのスケール変化率)、 $k_v$ は撮像面の横軸のスケール、( $u_0, v_0$ )は撮像面の中心位置である。

【0087】

従って、式(11)を用いて導かれる予測される観測情報、即ち各特徴点の撮像面上の位置と、図8のステップS114における特徴点の追跡結果との間の誤差を最小にする状態変数 $\mathbf{X}$ を探索することにより、尤もらしい最新の状態変数 $\mathbf{X}$ を得ることができる。

【0088】

【数 1 1】

$$\text{最新の状態変数 } \mathbf{X} \leftarrow \hat{\mathbf{X}} + \text{Innov}(\mathbf{s} - \hat{\mathbf{s}}) \quad (13)$$

【0089】

自己位置検出部 142 は、このように S L A M 技術を応用して動的に更新したカメラの位置  $x$  及び姿勢 を、ローカルマップ構築部 146 へ出力する。

【0090】

(2) 特徴データ

10

記憶部 132 は、実空間内に存在し得る物体に対応するオブジェクトの特徴を表す特徴データを予め記憶している。図 12 は、特徴データの構成の一例について説明するための説明図である。

【0091】

図 12 を参照すると、オブジェクト B2 についての一例としての特徴データ F D 1 が示されている。特徴データ F D 1 は、オブジェクト名称 F D 1 1、6 方向から撮影した画像データ F D 1 2、パッチデータ D F 1 3、3 次元形状データ F D 1 4、及びオントロジーデータ F D 1 5 を含む。

【0092】

オブジェクト名称 F D 1 1 は、“コーヒーカップ A” など、対応するオブジェクトを特定することのできる名称である。

20

【0093】

画像データ F D 1 2 は、例えば、対応するオブジェクトを前・後・左・右・上・下の 6 方向からそれぞれ撮影した 6 つの画像データを含む。パッチデータ F D 1 3 は、各オブジェクト上に設定される 1 つ以上の特徴点ごとの、各特徴点を中心とする小画像の集合である。画像データ F D 1 2 及びパッチデータ F D 1 3 は、後述する画像認識部 144 によるオブジェクト認識処理のために使用され得る。また、パッチデータ F D 1 3 は、前述した自己位置検出部 142 による自己位置検出処理のために使用され得る。

【0094】

3 次元形状データ F D 1 4 は、対応するオブジェクトの形状を認識するためのポリゴン情報、及び特徴点の 3 次元的位置情報を含む。3 次元形状データ F D 1 4 は、後述するローカルマップ構築部 146 によるローカルマップ構築処理のために使用され得る。

30

【0095】

オントロジーデータ F D 1 5 は、例えば、ローカルマップ構築部 146 によるローカルマップ構築処理を支援するために使用され得るデータである。図 12 の例では、オントロジーデータ F D 1 5 は、コーヒーカップであるオブジェクト B2 が、テーブルに対応するオブジェクトに接する可能性が高いこと、及び本棚に対応するオブジェクトに接する可能性が低いことを表している。

【0096】

(3) 画像認識部

40

画像認識部 144 は、記憶部 132 により記憶されている上述した特徴データを用いて、入力画像に映っている物体がそれぞれのオブジェクトに対応するかを特定する。

【0097】

図 13 は、画像認識部 144 によるオブジェクト認識処理の流れの一例を示すフローチャートである。図 13 を参照すると、まず、画像認識部 144 は、撮像部 110 から入力画像を取得する (ステップ S 2 1 2)。次に、画像認識部 144 は、入力画像に含まれる部分画像と、特徴データに含まれる各オブジェクトの 1 つ以上の特徴点のパッチとを照合し、入力画像に含まれる特徴点を抽出する (ステップ S 2 1 4)。なお、画像認識部 144 によるオブジェクト認識処理に用いられる特徴点と、自己位置検出部 142 による自己位置検出処理に用いられる特徴点とは、必ずしも同じでなくてもよい。但し、双方の処理

50

で用いられる特徴点が共通している場合には、画像認識部 1 4 4 は、自己位置検出部 1 4 2 による特徴点の追跡結果を再利用してもよい。

【 0 0 9 8 】

次に、画像認識部 1 4 4 は、特徴点の抽出結果に基づいて、入力画像に映っているオブジェクトを特定する（ステップ S 2 1 6）。例えば、画像認識部 1 4 4 は、ある領域内で 1 つのオブジェクトに属す特徴点が高い密度で抽出された場合には、当該領域にそのオブジェクトが映っていると認識し得る。そして、画像認識部 1 4 4 は、特定したオブジェクトのオブジェクト名称（又は識別子）及びそのオブジェクトに属す特徴点の撮像面上の位置を、ローカルマップ構築部 1 4 6 へ出力する（ステップ S 2 1 8）。

【 0 0 9 9 】

（ 4 ）ローカルマップ構築部

ローカルマップ構築部 1 4 6 は、自己位置検出部 1 4 2 から入力されるカメラの位置及び姿勢、画像認識部 1 4 4 から入力される特徴点の撮像面上の位置、及び記憶部 1 3 2 に記憶されている特徴データを用いて、ローカルマップを構築する。本実施形態において、ローカルマップとは、上述したように、端末装置 1 0 0 の周囲に存在する 1 つ以上の物体の位置及び姿勢をローカルマップ座標系を用いて表現する位置データの集合である。また、ローカルマップに含まれる各位置データは、例えば、物体に対応するオブジェクト名称、当該物体に属す特徴点の 3 次元位置、及び当該物体の形状を構成するポリゴン情報などに関連付けられてもよい。ローカルマップは、例えば、画像認識部 1 4 4 から入力される特徴点の撮像面上の位置から、上述したピンホールモデルに従って各特徴点の 3 次元位置を求めることにより構築され得る。

【 0 1 0 0 】

式（ 1 1 ）に示したピンホールモデルの関係式を変形すると、特徴点  $F P_i$  のローカルマップ座標系における 3 次元位置  $p_i$  は、次式により求められる。

【 0 1 0 1 】

【 数 1 2 】

$$p_i = \mathbf{x} + \lambda \cdot \mathbf{R}_\omega^T \cdot \mathbf{A}^{-1} \cdot \tilde{\mathbf{p}}_i = \mathbf{x} + d \cdot \mathbf{R}_\omega^T \frac{\mathbf{A}^{-1} \cdot \tilde{\mathbf{p}}_i}{\|\mathbf{A}^{-1} \cdot \tilde{\mathbf{p}}_i\|}$$

（ 1 4 ）

【 0 1 0 2 】

ここで、 $d$  はカメラと各特徴点との間のローカルマップ座標系における距離を表す。ローカルマップ構築部 1 4 6 は、かかる距離  $d$  を、オブジェクトごとに少なくとも 4 つの特徴点の撮像面上の位置、及び当該特徴点間の距離に基づいて、算出することができる。特徴点間の距離は、図 1 2 を用いて説明した特徴データに含まれる 3 次元形状データ  $F D 1 4$  として、予め記憶部 1 3 2 により記憶されている。なお、式（ 1 4 ）における距離  $d$  の算出処理については、特開 2 0 0 8 - 3 0 4 2 6 8 号公報において詳しく説明されている。

【 0 1 0 3 】

距離  $d$  が算出されると、式（ 1 4 ）における右辺の残りの変数は、自己位置検出部 1 4 2 から入力されるカメラの位置及び姿勢、並びに画像認識部 1 4 4 から入力される特徴点の撮像面上の位置であり、いずれも既知となる。そこで、ローカルマップ構築部 1 4 6 は、式（ 1 4 ）に従って、画像認識部 1 4 4 から入力される各特徴点について、ローカルマップ座標系における 3 次元位置を計算する。そして、ローカルマップ構築部 1 4 6 は、算出した特徴点ごとの 3 次元位置に応じて最新のローカルマップを構築する。このとき、ローカルマップ構築部 1 4 6 は、図 1 2 を用いて説明した特徴データに含まれるオントロジーデータ  $F D 1 5$  を用いて、ローカルマップのデータの正確性を向上させてもよい。そして、ローカルマップ構築部 1 4 6 は、構築したローカルマップを記憶部 1 3 2 に格納する

10

20

30

40

50

と共に、当該ローカルマップを算出部 160 へ出力する。

【0104】

なお、ここでは、ローカルマップ生成部 140 が特徴データに含まれる画像（物体の特徴点ごとのパッチなど）を用いてローカルマップを生成する例について説明した。しかしながら、その代わりに、個々の物体を識別可能なマーカ又はタグなどの識別手段が物体に予め付されている場合には、ローカルマップ生成部 140 は、当該識別手段を用いて個々の物体を識別した上で、その識別結果を用いてローカルマップを生成してもよい。個々の物体を識別するための識別手段としては、例えば、バーコード、QRコード（登録商標）又はRF（Radio Frequency）タグなどを用いることができる。

10

【0105】

[3-6. 算出部]

算出部 160 は、部分グローバルマップに含まれる物体の位置データとローカルマップに含まれる物体の位置データとを照合し、その照合の結果に基づいて、グローバルマップに対するローカルマップの相対的な位置及び姿勢を算出する。部分グローバルマップに対するローカルマップの相対的な位置及び姿勢とは、グローバル座標系を基準とした場合の、ローカルマップ座標系の変位と傾きに相当する。より具体的には、算出部 160 は、例えば、部分グローバルマップ及びローカルマップに共通して含まれるランドマークの位置データに基づいて、ローカルマップの相対的な位置及び姿勢を算出してもよい。その代わりに、算出部 160 は、例えば、ローカルマップに含まれる物体の位置データをグローバル座標系のデータに変換した場合に、当該変換後のデータと部分グローバルマップに含まれる物体の位置データとの間の差が全体として小さくなるように、ローカルマップの相対的な位置及び姿勢を算出してもよい。そして、算出部 160 は、算出したローカルマップの相対的な位置及び姿勢とローカルマップとを、変換部 170 へ出力する。

20

【0106】

(第1の手法)

図14Aは、本実施形態に係る算出部 160 によるマップ照合処理の一例について説明するための説明図である。

【0107】

図14Aを参照すると、記憶部 132 により記憶されている部分グローバルマップ  $M_G$  ( $U_a$ ) と、ローカルマップ生成部 140 により生成されるローカルマップ  $M_{L_a}$  とが模式的に示されている。このうち、部分グローバルマップ  $M_G$  ( $U_a$ ) には、立方体により表されている9個の物体が含まれる。また、ローカルマップ  $M_{L_a}$  には、球体により表されている4個の物体が含まれる。これら物体のうち、物体  $B_1$ 、 $B_2$  ( $B_2'$ )、 $B_3$  及び  $B_4$  が、部分グローバルマップ  $M_G$  ( $U_a$ ) 及びローカルマップ  $M_{L_a}$  に共通的に含まれている物体である。また、物体  $B_1$ 、 $B_3$  及び  $B_4$  は、移動することの稀な非移動物体、即ちランドマークである。そこで、算出部 160 は、例えば、ローカルマップの物体  $B_1$ 、 $B_3$  及び  $B_4$  の位置データをグローバル座標系のデータに変換した場合に、当該変換後のデータと部分グローバルマップに含まれる物体  $B_1$ 、 $B_3$  及び  $B_4$  の位置データとが重なるように、ローカルマップの位置と姿勢とを算出する。

30

40

【0108】

まず、算出部 160 は、部分グローバルマップ  $M_G$  ( $U_a$ ) 及びローカルマップ  $M_{L_a}$  に共通するランドマーク（又はランドマーク上の特徴点）のペアを3つ抽出する。ランドマークの3つのペアについて、ローカルマップ座標系における3次元位置を  $w_i$  ( $i = 1, 2, 3$ )、グローバル座標系における3次元位置を  $X_i$  とする。さらに、グローバル座標系を基準とした場合のローカルマップ座標系の変位を  $X$ 、ローカルマップ座標系の傾きに対応する回転行列を  $R_L$  とすると、次の方程式が成立する。

【0109】

【数 1 3】

$$X_1 = R_L \cdot w_1 + \Delta X$$

$$X_2 = R_L \cdot w_2 + \Delta X$$

$$X_3 = R_L \cdot w_3 + \Delta X$$

( 1 5 )

【 0 1 1 0 】

回転行列  $R_L$  は、式 ( 1 5 ) を式 ( 1 6 ) のように変形することで求められる。

【 0 1 1 1 】

10

【数 1 4】

$$X_1 - X_3 = R_L \cdot (w_1 - w_3)$$

$$X_2 - X_3 = R_L \cdot (w_2 - w_3)$$

$$(X_1 - X_3) \times (X_2 - X_3) = R_L \{ (w_1 - w_3) \times (w_2 - w_3) \}$$

( 1 6 )

【 0 1 1 2 】

なお、回転行列  $R_L$  の代わりに四元数（クォータニオン）を用いてローカルマップ座標系の回転を表現した場合にも、回転を表す四元数のノルムが 1 であることを利用して、回転を表す四元数（及び当該四元数に応じた回転行列）を求めることができる。

20

【 0 1 1 3 】

さらに、算出部 1 6 0 は、方程式 ( 1 5 ) を解くことにより、ローカルマップ座標系の変位  $X$  を求めることができる。

【 0 1 1 4 】

なお、図 1 4 A の例では、ランドマークでない物体 B 2 の部分グローバルマップ  $M_G$  (  $U_a$  ) における位置と、ローカルマップ  $M_{L_a}$  における位置 (  $B_2'$  ) とは異なる。これは、部分グローバルマップ  $M_G$  (  $U_a$  ) の最後の更新時点からローカルマップ  $M_{L_a}$  の生成時点の間に、物体 B 2 が移動したことを意味している。

30

【 0 1 1 5 】

( 第 2 の手法 )

図 1 4 B は、本実施形態に係る算出部 1 6 0 によるマップ照合処理の他の例について説明するための説明図である。

【 0 1 1 6 】

図 1 4 B を参照すると、記憶部 1 3 2 により記憶されている部分グローバルマップ  $M_G$  (  $U_a$  ) と、ローカルマップ生成部 1 4 0 により生成されるローカルマップ  $M_{L_a}$  とが模式的に示されている。このうち、部分グローバルマップ  $M_G$  (  $U_a$  ) には、立方体により表されている 9 個の物体が含まれる。また、ローカルマップ  $M_{L_a}$  には、球体により表されている 4 個の物体が含まれる。これら物体のうち、物体 B 5、B 6、B 7 及び B 8 は、部分グローバルマップ  $M_G$  (  $U_a$  ) 及びローカルマップ  $M_{L_a}$  に共通的に含まれている。そこで、算出部 1 6 0 は、例えば、これら物体 B 5 ~ B 8 の位置データをグローバル座標系のデータに変換した場合に、当該変換後のデータと部分グローバルマップに含まれる物体 B 5 ~ B 8 の位置データとの間の差の総和（例えば、図 1 4 A の例における距離 E 5、E 6、E 7 及び E 8 の和）が小さくなるように、ローカルマップの位置（ローカルマップ座標系の変位  $X$ ）と姿勢（ローカルマップ座標系の傾き）とを算出し得る。例えば、算出部 1 6 0 は、公知の R A N S A C ( “ R A N D o m S a m p l e C o n s e n s u s ” ) アルゴリズムを応用することにより、上述した差の総和が小さくなる尤もらしいローカルマップの位置及び姿勢を算出することができる。

40

【 0 1 1 7 】

50

RANSACアルゴリズムは、一般的には、3次元位置が既知である複数の点について、予め設定される誤差の範囲内で当該複数の点を含む直線又は面を決定するためのアルゴリズムである。本実施形態においては、まず、算出部160は、部分グローバルマップ $M_G$  (Ua)及びローカルマップ $M_L$ に共通する物体(又は物体上の特徴点)のペアを複数(好適には4つ以上)用意する。次に、算出部160は、用意した複数のペアからランダムに3つのペアを抽出する。次に、算出部160は、抽出した3つのペアについて、上述した方程式(15)を解くことにより、ローカルマップ座標系の変位 $X$ 、及びローカルマップ座標系の傾きに対応する回転行列 $R_L$ の候補を導出する。そして、算出部160は、導出した候補を次の評価式を用いて評価する。

【0118】

【数15】

$$\varepsilon_j = \left\| X_j - (R_L \cdot w_j + \Delta X) \right\|$$

(17)

【0119】

なお、式(17)において、 $j$ は、物体(又は物体上の特徴点)のそれぞれを指す。算出部160は、式(17)における評価値 $\varepsilon_j$ を所定の閾値よりも小さくする $j$ の数をカウントする。そして、算出部160は、カウント結果が最も多くなる変位 $X$ 及び回転行列 $R_L$ を尤もらしいローカルマップの位置及び姿勢として決定する。

【0120】

(第1の手法と第2の手法との組合せ)

また、算出部160は、例えば、ローカルマップに含まれるランドマークの数に応じて、上述した第1の手法と第2の手法とを使い分けてもよい。例えば、3つのランドマークがローカルマップに含まれる場合には図14Aを用いて説明した手法、2つ以下のランドマークのみがローカルマップに含まれる場合には図14Bを用いて説明した手法を使用して、ローカルマップの相対的な位置及び姿勢を算出してもよい。

【0121】

[3-7. 変換部]

変換部170は、算出部160から入力されるローカルマップの相対的な位置及び姿勢に応じて、ローカルマップに含まれる物体の位置データをグローバルマップの座標系のデータに座標変換する。より具体的には、変換部170は、例えば、ローカルマップに含まれる物体の3次元位置(ローカルマップ座標系)を、算出部160から入力されるローカルマップの傾きに対応した回転行列を用いて回転させる。そして、変換部170は、算出部160から入力されるローカルマップの相対的な位置(グローバル座標系に対するローカルマップ座標系の変位 $X$ )を、回転後の座標に加算する。それにより、ローカルマップに含まれる物体の位置データが、グローバルマップの座標系のデータに変換される。変換部170は、このような座標変換後のローカルマップに含まれる物体の位置データを、更新部180へ出力する。

【0122】

また、変換部170は、ローカルマップ生成部140の自己位置検出部142により検出されたローカルマップ座標系のカメラの位置及び姿勢を、算出部160から入力されるローカルマップの相対的な位置及び姿勢を用いて、グローバルマップの座標系のデータに座標変換してもよい。それにより、初期化部120が特定した端末装置100の位置を、初期化後の端末装置100の移動に応じて更新することができる。この後、グローバルマップ取得部130は、更新された新たな端末装置100の位置に応じて、マップ管理サーバ10から新たな部分グローバルマップを取得してもよい。

【0123】

10

20

30

40

50

[ 3 - 8 . 更新部 ]

更新部 180 は、変換部 170 による座標変換後のローカルマップに含まれる物体の位置データを用いて、記憶部 132 により記憶されている部分グローバルマップを更新する。また、更新部 180 は、変換部 170 による座標変換後のローカルマップ又は更新した部分グローバルマップをマップ管理サーバ 10 へ送信することにより、マップ管理サーバ 10 が保持しているグローバルマップを更新する。グローバルマップの更新は、最終的には、端末装置 100 の更新部 180 から座標変換後のローカルマップ又は更新後のグローバルマップを受信したマップ管理サーバ 10 の更新部 50 により行われ得る。

【 0 1 2 4 】

図 15 A は、本実施形態に係るグローバルマップ更新処理の一例について説明するための説明図である。

10

【 0 1 2 5 】

図 15 A を参照すると、更新前の部分グローバルマップ  $M_G(Ua)$  及び座標変換後のローカルマップ  $M_{La}'$  が示されている。更新前の部分グローバルマップ  $M_G(Ua)$  には、9つの物体 ( $Obj1 \sim Obj9$ ) についての位置データが含まれている。これら位置データのタイムスタンプは、一例として、2010年1月1日23時59分59秒を示している。一方、座標変換後のローカルマップ  $M_{La}'$  には、5つの物体 ( $Obj1 \sim Obj4$  及び  $Obj10$ ) についての位置データが含まれている。これら位置データのタイムスタンプは、一例として、2010年1月2日12時00分00秒を示している。この場合、更新部 180 は、共通する物体 ( $Obj1 \sim Obj4$ ) のそれぞれについて、部分

20

【 0 1 2 6 】

なお、図 15 A の例では、共通する物体についての位置データが新しいデータで上書きされているが、その代わりに、共通する物体についての古い位置データと新しい位置データとを並存させてもよい。それにより、最新のグローバルマップのみならず、過去のグローバルマップを時刻でフィルタリングすることにより抽出することも可能となる。この場合、古い位置データは、例えば、定期的な処理により、一定の期間が経過した後に削除

30

【 0 1 2 7 】

図 15 B は、本実施形態に係るグローバルマップ更新処理の他の例について説明するための説明図である。

【 0 1 2 8 】

図 15 B を参照すると、更新前の部分グローバルマップ  $M_G(Ua)$  及び座標変換後のローカルマップ  $M_{La}'$  が模式的に示されている。更新前の部分グローバルマップ  $M_G(Ua)$  には、物体 B1 ~ B3 を含む 7つの物体が含まれている。一方、座標変換後のローカルマップ  $M_{La}'$  には、4つの物体 B1 ~ B3 及び B12 が含まれている。この場合、更新部 180 は、例えば、座標変換後のローカルマップ  $M_{La}'$  に対応する領域 (図 15 B における破線の領域) に含まれる更新前の部分グローバルマップ  $M_G(Ua)$  内の物体を削除し、当該領域に含まれる座標変換後のローカルマップ  $M_{La}'$  内の物体を部分グローバルマップ  $M_G(Ua)$  に挿入する。その結果、図 15 B の下に示したような新たな部分

40

【 0 1 2 9 】

なお、図 15 B の例においても、1つのマップ内に、古い位置データと新しい位置データとを並存させてもよい。また、部分グローバルマップに含まれる物体のうちランドマークである物体は通常移動しないため、更新部 180 は、ランドマークについての位置デー

50

タの更新処理を省略してもよい。

【0130】

図15A及び図15Bについての上述した説明は、端末装置100の更新部180による部分グローバルマップの更新のみならず、マップ管理サーバ10の更新部50によるグローバルマップの更新にも同様に適用され得る。この場合、図15A及び図15Bにおける部分グローバルマップはグローバルマップ記憶部30により記憶されているグローバルマップ、図15A及び図15Bにおける座標変換後のローカルマップは端末装置100からマップ管理サーバ10へ送信される部分グローバルマップ（又は座標変換後のローカルマップ）に対応する。

【0131】

[3-9.表示制御部]

表示制御部190は、ユーザからの指示に応じて、マップ管理サーバ10からグローバルマップをダウンロードし、グローバルマップを少なくとも部分的に可視化して端末装置100の画面に出力する。より具体的には、例えば、表示制御部190は、ユーザからの指示入力を検知すると、グローバルマップの送信要求をマップ管理サーバ10のグローバルマップ配信部60へ送信する。そうすると、マップ管理サーバ10のグローバルマップ配信部60から、グローバルマップ記憶部30により記憶されているグローバルマップが配信される。表示制御部190は、かかるグローバルマップを受信し、ユーザが望む領域（ユーザが現在位置している領域以外の領域であってよい）についての物体の位置を可視化して画面に出力する。

【0132】

<4.処理の流れ>

図16は、本実施形態に係るマップ管理サーバ10と端末装置100との間のマップ更新処理の流れの一例を示すフローチャートである。

【0133】

図16を参照すると、まず、端末装置100の初期化部120により、撮像部110から入力される入力画像を用いて、グローバル座標系における端末装置100の位置が初期化される（ステップS302）。初期化部120による初期化処理は、例えば、端末装置100の起動時、又は端末装置100における所定のアプリケーションの起動時などに行われ得る。

【0134】

次に、端末装置100のグローバルマップ取得部130からマップ管理サーバ10へ、グローバル座標系における端末装置100の位置に関する情報が送信される（ステップS304）。端末装置100の位置に関する情報とは、例えば、端末装置100のグローバル座標系における座標であってもよく、その代わりに端末装置100が位置するエリアを識別するためのエリア識別子であってもよい。

【0135】

次に、マップ管理サーバ10の部分グローバルマップ抽出部40により、グローバルマップ記憶部30に記憶されているグローバルマップのサブセットである端末装置100のための部分グローバルマップが抽出される（ステップS306）。

【0136】

次に、マップ管理サーバ10の部分グローバルマップ抽出部40から端末装置100のグローバルマップ取得部130へ、端末装置100のための部分グローバルマップが送信される（ステップS308）。

【0137】

次に、端末装置100のローカルマップ生成部140により、入力画像及び特徴データに基づいて、周囲の物体の位置を表現するローカルマップが生成される（ステップS310）。

【0138】

次に、端末装置100の算出部160により、部分グローバルマップに含まれる物体の

10

20

30

40

50

位置データ及びローカルマップに含まれる物体の位置データに基づいて、グローバル座標系を基準とするローカルマップの相対的な位置及び姿勢が算出される（ステップS312）。そして、算出部160により算出されたローカルマップの相対的な位置及び姿勢に応じて、変換部170により、ローカルマップに含まれる物体の位置データがグローバル座標系のデータに座標変換される

#### 【0139】

次に、端末装置100の更新部180により、座標変換後のローカルマップに含まれる物体の位置データを用いて、端末装置100の記憶部132に記憶されている部分グローバルマップが更新される。また、グローバル座標系における端末装置100の位置が更新される（ステップS314）。

10

#### 【0140】

次に、端末装置100の更新部180からマップ管理サーバ10の更新部50へ、更新後の部分グローバルマップが送信される（ステップ316）。そして、マップ管理サーバ10の更新部50により、更新後の部分グローバルマップに含まれる物体の位置データを用いて、グローバルマップ記憶部30に記憶されているグローバルマップが更新される（ステップS318）。

#### 【0141】

その後、定期的に、又は要求に応じて、ローカルマップの生成（ステップS310）からグローバルマップの更新（ステップS318）までの処理が繰り返される。また、例えば、端末装置100の位置が部分グローバルマップの中心位置から所定の距離以上離れた場合には、最新の端末装置100の位置に基づく部分グローバルマップの取得（ステップS304）からの処理が行われ得る。

20

#### 【0142】

ユーザは、このようなマップ更新処理により更新されるグローバルマップを、マップ管理サーバ10のグローバルマップ配信部60及び端末装置100の表示制御部190を通じて提供される表示機能を用いて、端末装置100の画面上で閲覧することができる。

#### 【0143】

<5. 変形例>

30

##### [5-1. スーパークライアント]

ここまで、マップ管理サーバ10と端末装置100との間でマップ更新処理が行われる例について主に説明した。しかしながら、本発明は、かかる例に限定されない。例えば、いずれかのユーザが保持する端末装置がマップ管理サーバ10と同等のグローバルマップ管理機能を備えてもよい。そのような端末装置を、本節ではスーパークライアントという。

#### 【0144】

図17は、一例としてのスーパークライアント200の構成の一例を示すブロック図である。図17を参照すると、スーパークライアント200は、通信インタフェース210、サーバ処理モジュール220、クライアント処理モジュール230及び表示制御部240を備える。

40

#### 【0145】

通信インタフェース210は、スーパークライアント200と他の端末装置（例えば、図5に例示した端末装置100）との間の通信接続を仲介するインタフェースである。通信インタフェース210は、無線通信インタフェースであってもよく、有線通信インタフェースであってもよい。

#### 【0146】

サーバ処理モジュール220は、上述したマップ管理サーバ10と同等のグローバルマップ管理機能を有するモジュールである。サーバ処理モジュール220は、グローバルマップ記憶部30、部分グローバルマップ抽出部40、更新部50及びグローバルマップ配

50

信部 60 を含む。サーバ処理モジュール 220 は、他の端末装置との間で図 16 を用いて説明したようなマップ更新処理を行うことに加えて、後述するクライアント処理モジュール 230 との間でもマップ更新処理を行う。

【 0147 】

クライアント処理モジュール 230 は、上述した端末装置 100 と同等のグローバルマップの更新及び閲覧等の機能を有するモジュールである。クライアント処理モジュール 230 は、撮像部 110、初期化部 120、グローバルマップ取得部 130、記憶部 132、ローカルマップ生成部 140、算出部 160、変換部 170 及び更新部 180 を含む。

【 0148 】

表示制御部 240 は、ユーザからの指示に応じて、サーバ処理モジュール 220 のグローバルマップ記憶部 30 により記憶されているグローバルマップを少なくとも部分的に可視化して画面に出力する。また、表示制御部 240 は、クライアント処理モジュール 230 の記憶部 132 に記憶されている部分グローバルマップ又はローカルマップを可視化して画面に出力してもよい。

10

【 0149 】

このようなスーパークライアント 200 と 1 つ以上の端末装置 100 とを用いることにより、例えば、P2P (Peer to Peer) を用いた通信接続を介して複数のユーザが 1 つのグローバルマップを共有することが可能となる。

【 0150 】

[ 5-2 . 付加情報の共有 ]

20

端末装置 100 は、例えば、撮像部 110 を用いて撮像した画像などの追加情報を座標データと関連付けて、部分グローバルマップと共にマップ管理サーバ 10 へ送信してもよい。そして、マップ管理サーバ 10 のグローバルマップ配信部 60 及び端末装置 100 の表示制御部 190 を通じて当該追加情報をも閲覧可能とすることで、動的に更新されるグローバルマップと関連付けられた追加情報を複数のユーザが共有することが可能となる。追加情報とは、例えば端末装置 100 において撮像された画像そのものであってもよく、画像に映った文字等の認識結果などであってもよい。例えば、路上に駐車している車のナンバーの読み取り結果をグローバルマップ内の車の位置データと関連付けて共有することにより、駐車禁止などの交通違反の検挙に役立てることができる (図 18 参照)。また、商店街の各店舗における商品の価格情報をグローバルマップ内の商品の位置データと関連付けて共有することにより、ユーザによるショッピングの際の利便性の向上及び商品の販促効果を期待することができる。また、倉庫にある在庫品のデータをグローバルマップ内の商品の位置データと関連付けて共有することにより、在庫管理が容易となる。

30

【 0151 】

< 6 . まとめ >

ここまで、図 1 ~ 図 18 を用いて、本発明の一実施形態及びその応用例について説明した。本実施形態によれば、端末装置 100 又はスーパークライアント 200 などの情報処理装置により、複数のユーザが活動する実空間内の物体の位置を表現するグローバルマップの少なくとも一部分である部分グローバルマップが取得されると共に、当該装置により検出可能な周囲の物体の位置を表現するローカルマップが生成される。そして、ローカルマップに含まれる物体の位置データに基づいて、上記部分グローバルマップ及び複数のユーザ間で共有されるグローバルマップが更新される。それにより、実空間内の物体の位置の変化を迅速にユーザ間で共有することが可能となる。また、ローカルマップ生成処理において検出される端末装置 100 の周囲の物体の位置データをグローバルマップに追加することができるため、サービス提供者によって詳細なマップが提供されない空間においても、より詳細な物体の位置データを複数のユーザ間で共有することができる。

40

【 0152 】

本実施形態によれば、部分グローバルマップに含まれる物体の位置データ及びローカルマップに含まれる物体の位置データに基づいて、グローバル座標系を基準とするローカルマップの相対位置及び姿勢が算出された後、その算出結果に応じて座標変換されたローカ

50

ルマップの位置データを用いて、上述した更新処理が行われる。従って、ローカルマップ座標系に制約が課されないことから、ユーザは、上記情報処理装置を自由に持ち運びながら、動的に更新されるグローバルマップを他のユーザと共有することができる。

【0153】

また、本実施形態によれば、上記部分グローバルマップは、グローバルマップを保持するサーバ装置から取得される。かかる部分グローバルマップは、実空間内の情報処理装置の位置に関する情報に応じて抽出される、グローバルマップのサブセットである。従って、複数のユーザ間でのグローバルマップの共有に際して、グローバルマップの更新処理のための通信コストの増大が抑制される。

【0154】

また、本実施形態によれば、SLAM技術を応用することにより、撮像装置からの入力画像と物体の外観の特徴を表す特徴データとに基づいて、ローカルマップが生成される。それにより、上記情報処理装置が単眼カメラのみを有する場合にも、高い精度で物体の位置を検出してグローバルマップを更新することができる。

【0155】

また、本実施形態によれば、グローバルマップ及びローカルマップは、実空間内の各物体についての位置データと当該位置データに関するタイムスタンプとを含む。従って、複数のユーザによる更新の競合をタイムスタンプの比較により解消できると共に、例えば、ユーザにより指定される過去の位置データを閲覧することも可能となる。

【0156】

なお、本明細書において説明した情報処理装置100による一連の処理は、典型的には、ソフトウェアを用いて実現される。一連の処理を実現するソフトウェアを構成するプログラムは、例えば、各装置の内部又は外部に設けられる記憶媒体に予め格納される。そして、各プログラムは、例えば、実行時にRAM(Random Access Memory)に読み込まれ、CPU(Central Processing Unit)などのプロセッサにより実行される。

【0157】

以上、添付図面を参照しながら本発明の好適な実施形態について詳細に説明したが、本発明はかかる例に限定されない。本発明の属する技術の分野における通常の知識を有する者であれば、特許請求の範囲に記載された技術的思想の範疇内において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、これらについても、当然に本発明の技術的

【符号の説明】

【0158】

- 10 マップ管理サーバ
- 100 端末装置
- 110 撮像部
- 130 グローバルマップ取得部
- 140 ローカルマップ生成部
- 160 算出部
- 170 変換部
- 180 更新部

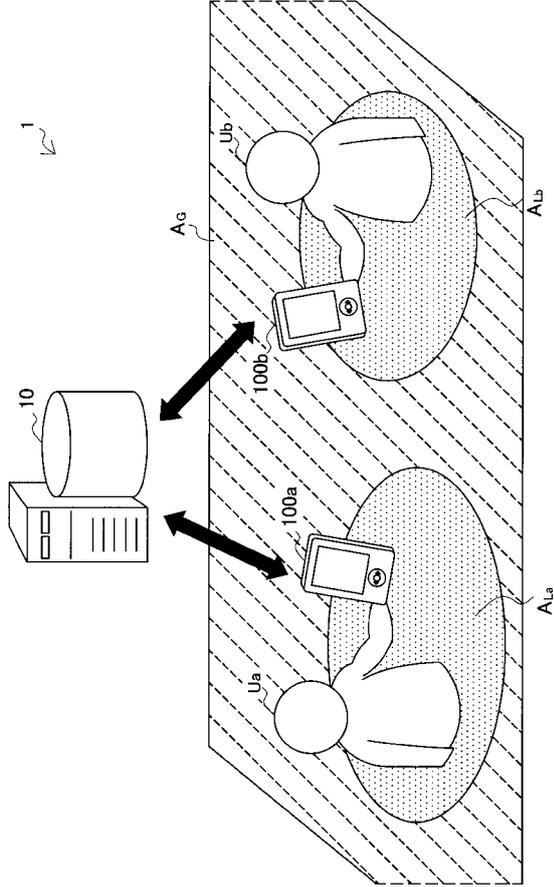
10

20

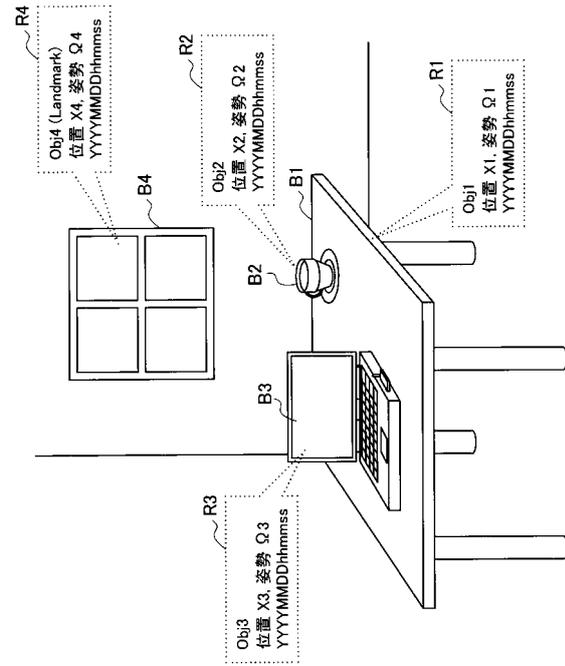
30

40

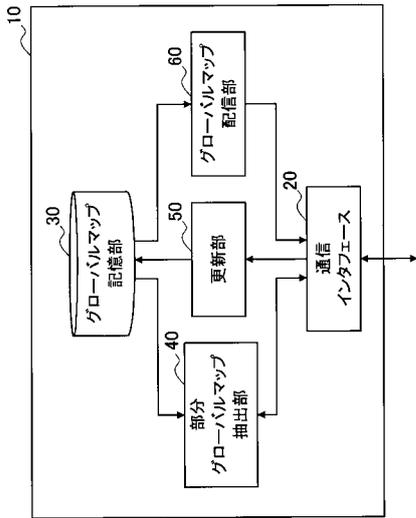
【図1】



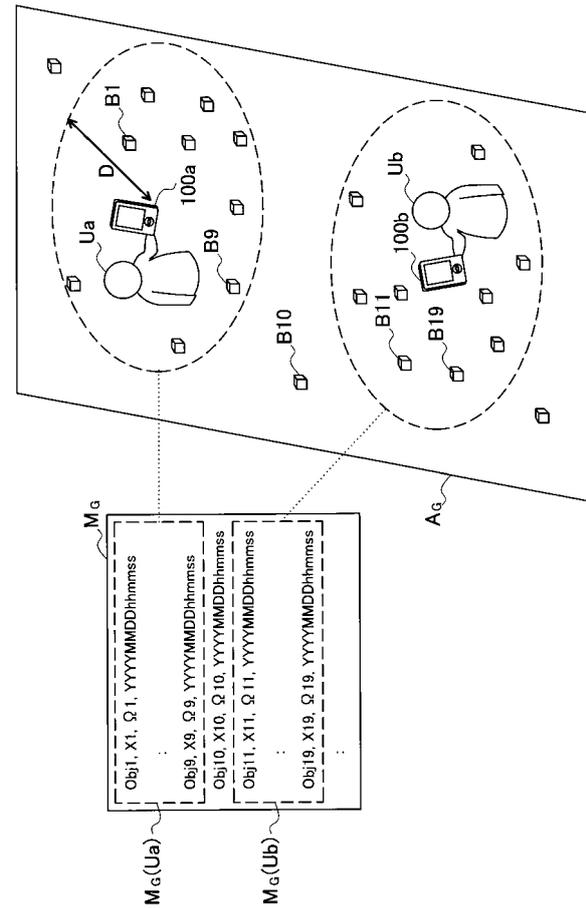
【図2】



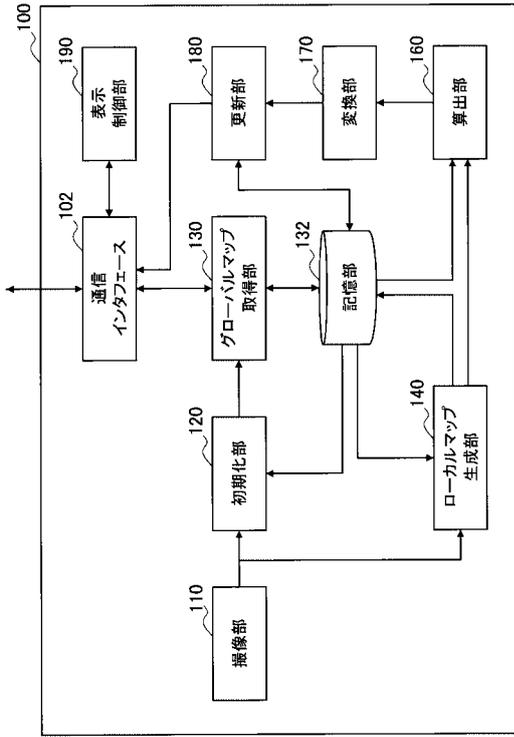
【図3】



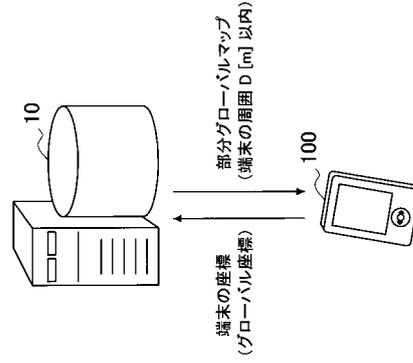
【図4】



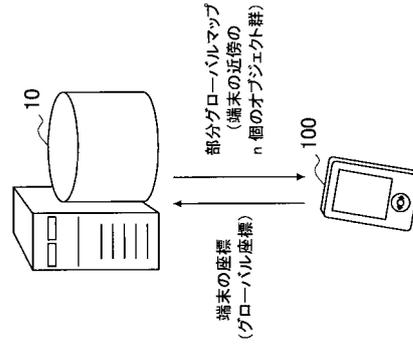
【図5】



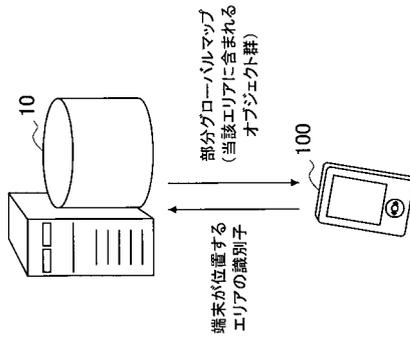
【図6A】



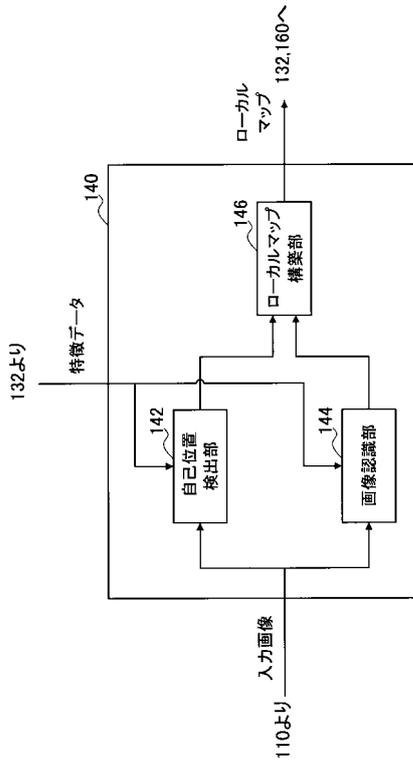
【図6B】



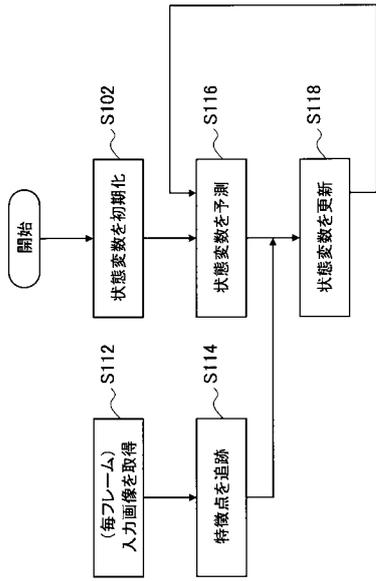
【図6C】



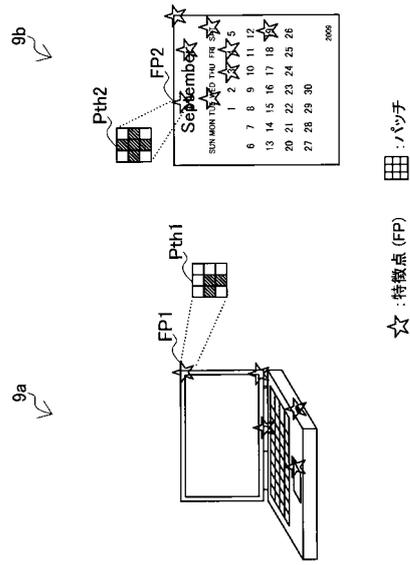
【図7】



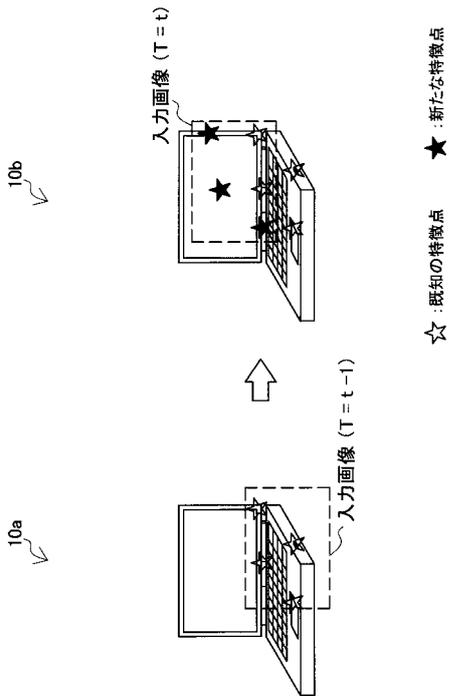
【 図 8 】



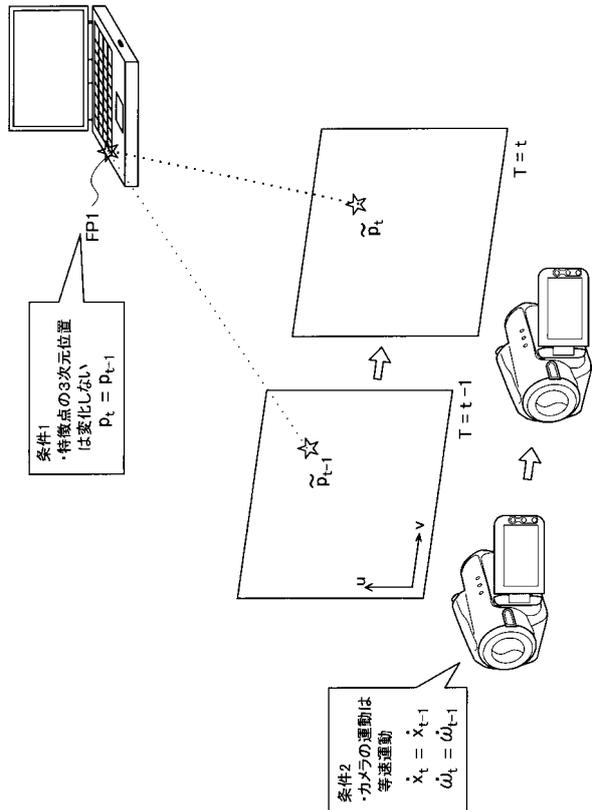
【 図 9 】



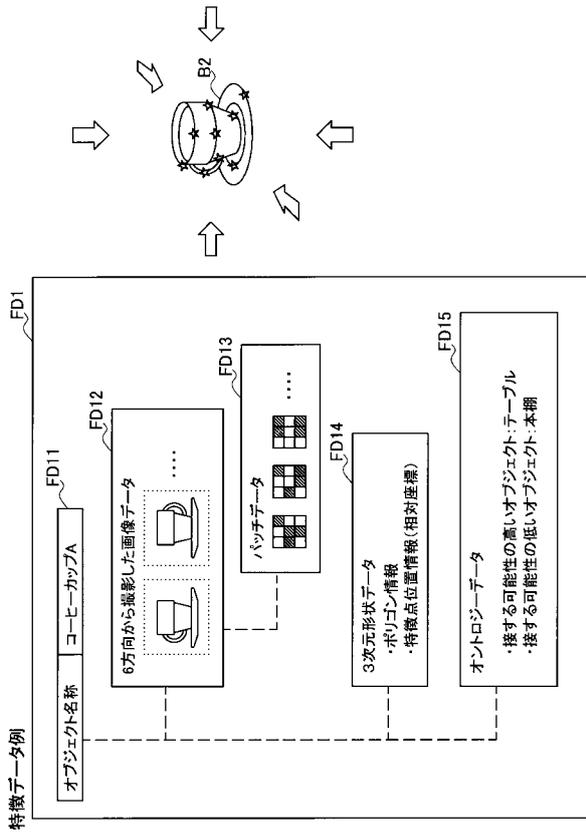
【 図 10 】



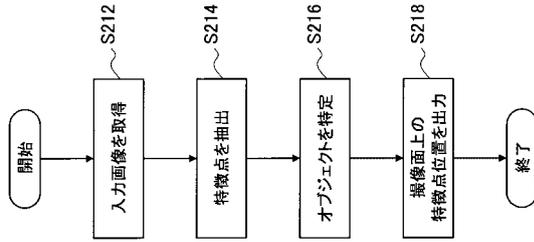
【 図 11 】



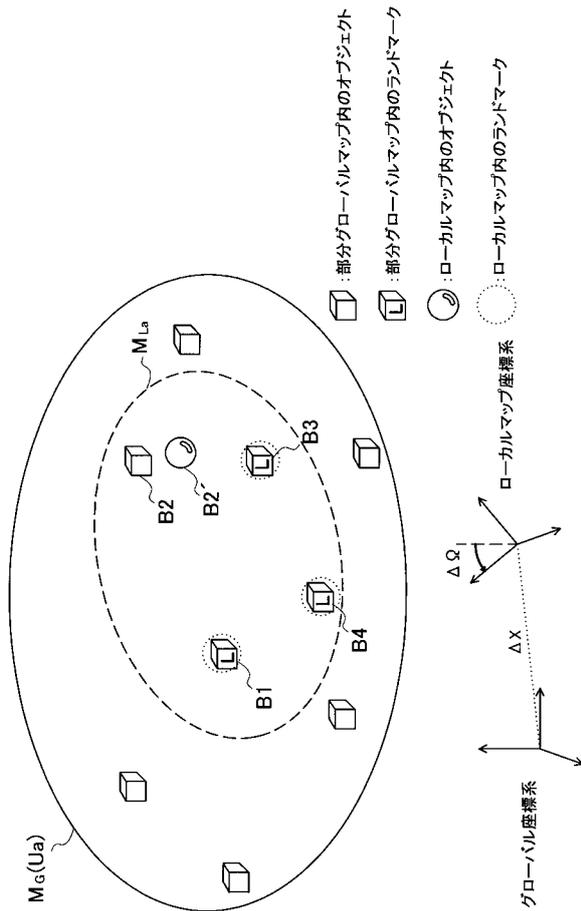
【図 1 2】



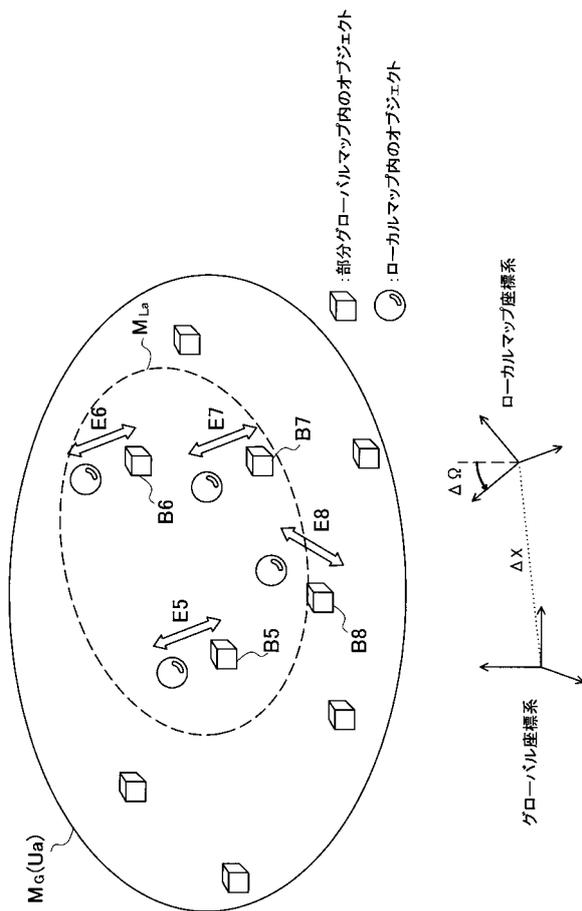
【図 1 3】



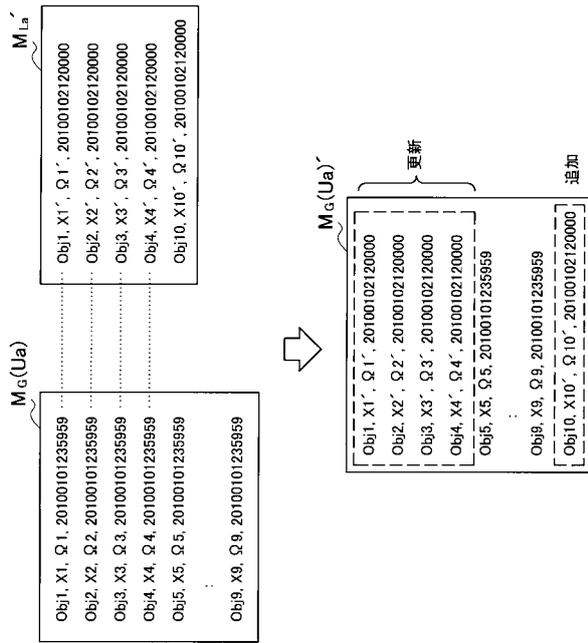
【図 1 4 A】



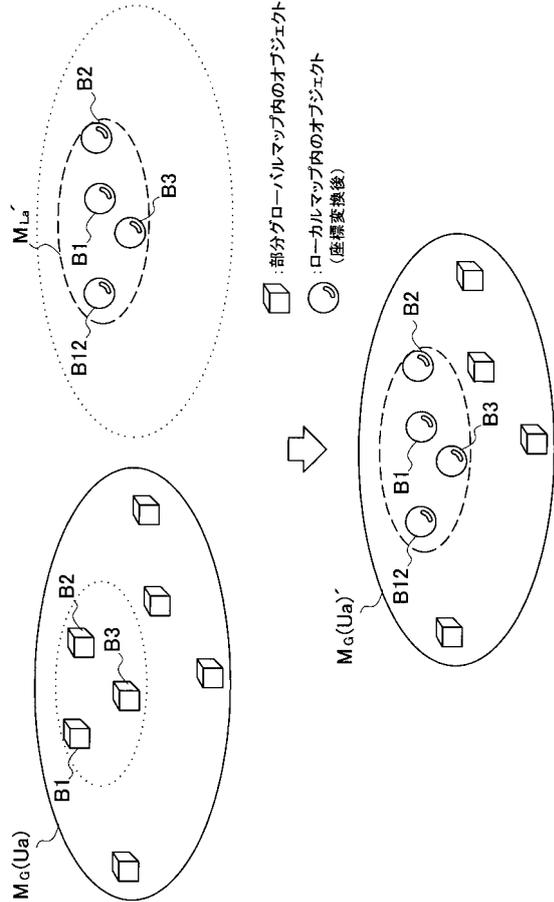
【図 1 4 B】



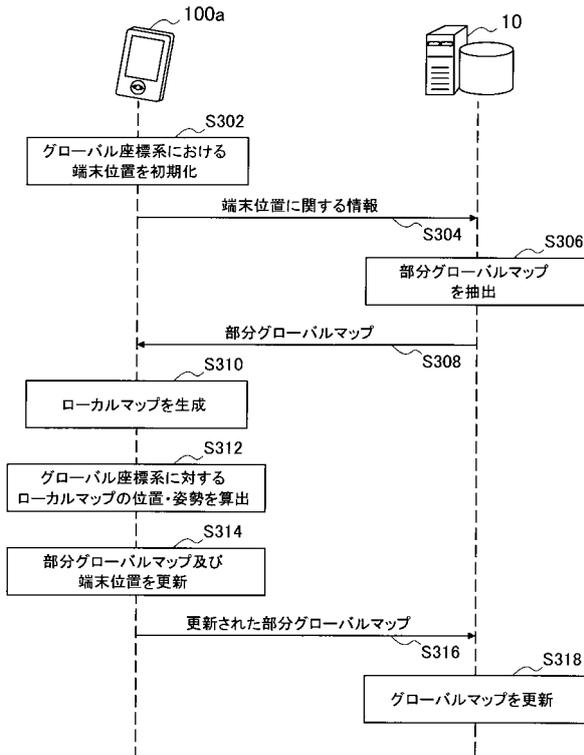
【図15A】



【図15B】

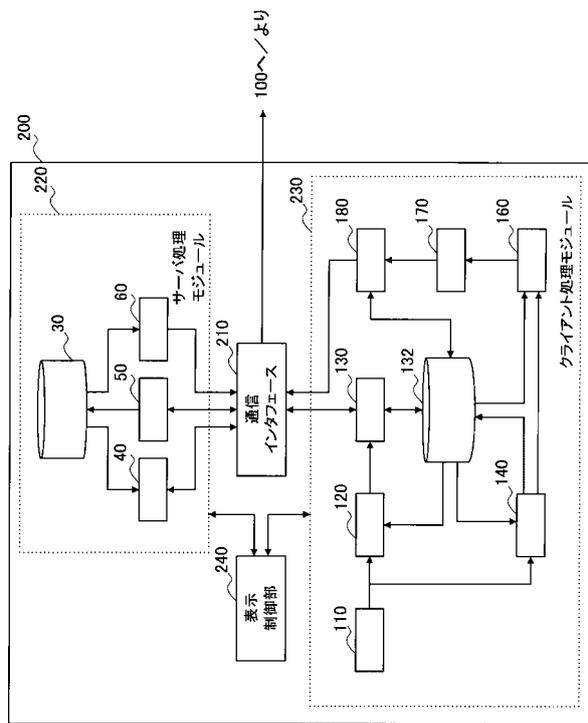


【図16】

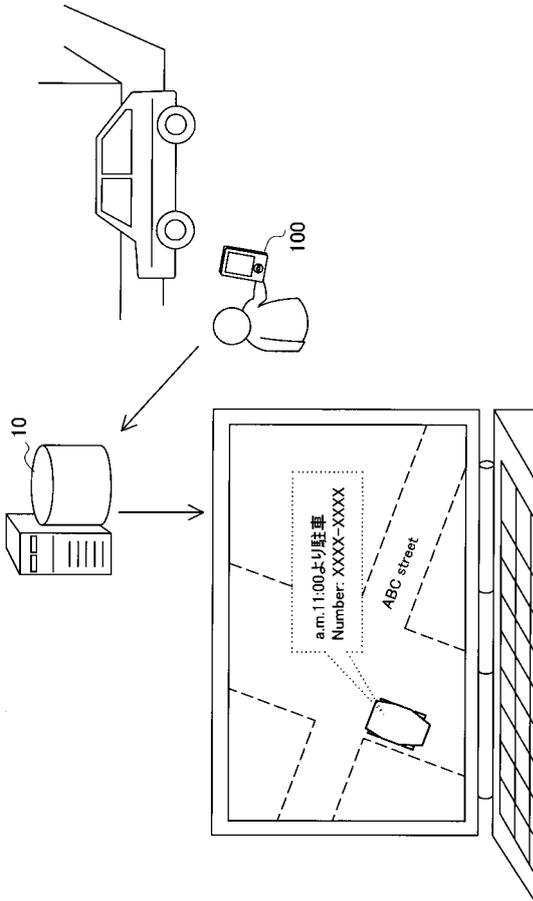


(以下、S304～S318又はS310～S318を繰返し)

【図17】



【 18 】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 ワン チャン  
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内
- (72)発明者 松田 晃一  
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内
- (72)発明者 芦ヶ原 隆之  
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内

審査官 早川 学

- (56)参考文献 特表2010-500584(JP,A)  
特開2008-304268(JP,A)  
特開2002-243469(JP,A)  
石川智也、外6名、カメラと自蔵センサモジュールを併用したインタラクティブ3次元屋内環境  
モデラ、電子情報通信学会技術研究報告、社団法人電子情報通信学会、2009年10月 1日  
、Vol.109, No.215, pp.65~70

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G06F 17/30