

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7204346号
(P7204346)

(45)発行日 令和5年1月16日(2023.1.16)

(24)登録日 令和5年1月5日(2023.1.5)

(51)国際特許分類	F I			
G 0 1 B 11/00 (2006.01)	G 0 1 B 11/00			H
G 0 1 B 11/26 (2006.01)	G 0 1 B 11/26			H
G 0 6 T 7/70 (2017.01)	G 0 6 T 7/70			Z
H 0 4 N 7/18 (2006.01)	H 0 4 N 7/18			D
	H 0 4 N 7/18			E
請求項の数 10 (全27頁)				

(21)出願番号	特願2018-107658(P2018-107658)	(73)特許権者	000001007
(22)出願日	平成30年6月5日(2018.6.5)		キヤノン株式会社
(65)公開番号	特開2019-211337(P2019-211337		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
	A)	(74)代理人	100090273
(43)公開日	令和1年12月12日(2019.12.12)		弁理士 國分 孝悦
審査請求日	令和3年5月21日(2021.5.21)	(72)発明者	鈴木 大渡
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号
			キヤノン株式会社内
		審査官	飯村 悠斗
最終頁に続く			

(54)【発明の名称】 情報処理装置、システム、情報処理方法及びプログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1撮像装置により撮影された画像に含まれるマーカの検出結果を用いて特定される前記第1撮像装置の位置と、撮影方向を変更可能な第2撮像装置により撮影された画像に含まれる前記マーカの検出結果を用いて特定される前記第2撮像装置の位置とに基づき、前記第1撮像装置と前記第2撮像装置との位置関係を特定する特定手段と、

前記特定手段により特定された前記第1撮像装置と前記第2撮像装置との位置関係と、前記第1撮像装置により撮影された画像内に指定された位置と、に基づいて、前記第2撮像装置の撮影方向を決定する決定手段と、を有し、
前記第2撮像装置の位置は、前記第2撮像装置の撮影方向が変更された場合であっても変化しない位置であって、前記第2撮像装置により撮影された画像に含まれる前記マーカの検出結果を用いて特定される前記第2撮像装置のレンズに基づく位置を、所定距離だけ補正することで特定される位置であることを特徴とする情報処理装置。

【請求項2】

前記第1撮像装置の位置は、前記第1撮像装置のレンズに基づいて定められた座標系であるレンズ座標系の原点に対応し、

前記第2撮像装置の位置は、前記第2撮像装置の撮影方向によっては変化しない座標系であるカメラ座標系の原点に対応し、

前記特定手段は、前記マーカに基づいて定められた座標系であるマーカ座標系における前記レンズ座標系の原点の位置と、前記マーカ座標系における前記カメラ座標系の原点の

位置と、前記マーカ座標系における前記レンズ座標系の姿勢と、前記マーカ座標系における前記カメラ座標系の姿勢と、に基づいて、前記第1撮像装置と前記第2撮像装置との位置関係を特定する請求項1に記載の情報処理装置。

【請求項3】

前記第2撮像装置の前記撮影方向を、前記決定手段により決定された撮影方向に変更する変更手段を更に有する請求項1又は2に記載の情報処理装置。

【請求項4】

前記第1撮像装置によって撮像された画像を表示する第1表示手段と、

前記第2撮像装置によって撮像された画像を表示する第2表示手段と、

前記第1表示手段によって表示された画像上の注目領域の指定を受付ける受付手段と、
を更に有し、

10

前記決定手段は、前記特定手段により特定された前記第1撮像装置と前記第2撮像装置との位置関係と、前記受付手段により受け付けられた前記指定が示す位置と、に基づいて、前記第2の撮像装置の撮影方向を決定する請求項1乃至3何れか1項記載の情報処理装置。

【請求項5】

前記検出手段により検出された特徴点に基づいて、前記第1の撮像装置と前記第2の撮像装置との少なくとも1つの床からの高さを取得する取得手段を更に有する請求項1乃至4何れか1項記載の情報処理装置。

【請求項6】

前記所定距離は、予め記録された距離であることを特徴とする請求項1乃至5何れか1項記載の情報処理装置。

20

【請求項7】

第1撮像装置により撮影された画像に含まれるマーカを検出する第1検出手段と、

撮影方向を変更可能な第2撮像装置により撮影された画像に含まれる前記マーカを検出する第2検出手段と、

前記第1検出手段の検出結果を用いて特定される前記第1撮像装置の位置と、前記第2検出手段の検出結果を用いて特定される前記第2撮像装置の位置と、に基づいて、前記第1撮像装置と前記第2撮像装置との位置関係を特定する特定手段と、

前記特定手段により特定された前記第1撮像装置と前記第2撮像装置との位置関係と、前記第1撮像装置により撮影された画像内に指定された位置と、に基づいて、前記第2撮像装置の撮影方向を決定する決定手段と、を有し、

30

前記第2撮像装置の位置は、前記第2撮像装置の撮影方向が変更された場合であっても変化しない位置であって、前記第2撮像装置により撮影された画像に含まれる前記マーカの検出結果を用いて特定される前記第2撮像装置のレンズに基づく位置を、所定距離だけ補正することで特定される位置であることを特徴とするシステム。

【請求項8】

情報処理装置が実行する情報処理方法であって、

第1の撮像装置により撮影された画像に含まれるマーカの検出結果を用いて特定される前記第1撮像装置の位置と、撮影方向を変更可能な第2の撮像装置により撮影された画像に含まれる前記マーカの検出結果を用いて特定される前記第2撮像装置の位置とに基づき、前記第1撮像装置と前記第2撮像装置との位置関係を特定する特定ステップと、

40

前記特定ステップで特定された前記第1撮像装置と前記第2撮像装置との位置関係と、前記第1撮像装置により撮影された画像内に指定された位置と、に基づいて、前記第2撮像装置の撮影方向を決定する決定ステップと、を含み、

前記第2撮像装置の位置は、前記第2撮像装置の撮影方向が変更された場合であっても変化しない位置であって、前記第2撮像装置により撮影された画像に含まれる前記マーカの検出結果を用いて特定される前記第2撮像装置のレンズに基づく位置を、所定距離だけ補正することで特定される位置であることを特徴とする情報処理方法。

【請求項9】

システムが実行する情報処理方法であって、

50

第 1 撮像装置により撮影された画像に含まれるマーカを検出する第 1 検出ステップと、
撮影方向を変更可能な第 2 撮像装置により撮影された画像に含まれる前記マーカを検出す
る第 2 検出ステップと、
前記第 1 検出ステップにおける検出結果を用いて特定される前記第 1 撮像装置の位置と、
前記第 2 検出ステップにおける検出結果を用いて特定される前記第 2 撮像装置の位置と、
に基づいて、前記第 1 撮像装置と前記第 2 撮像装置との位置関係を特定する特定ステップ
と、

前記特定ステップで特定された前記第 1 撮像装置と前記第 2 撮像装置との位置関係と、
前記第 1 撮像装置により撮影された画像内に指定された位置と、に基づいて、前記第 2 撮
像装置の撮影方向を決定する決定ステップと、を含み、

10

前記第 2 撮像装置の位置は、前記第 2 撮像装置の撮影方向が変更された場合であっても
変化しない位置であって、前記第 2 撮像装置により撮影された画像に含まれる前記マーカ
の検出結果を用いて特定される前記第 2 撮像装置のレンズに基づく位置を、所定距離だけ
補正することで特定される位置であることを特徴とする情報処理方法。

【請求項 10】

コンピュータを、請求項 1 乃至 6 何れか 1 項記載の情報処理装置の各手段として機能さ
せるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

20

本発明は、情報処理装置、システム、情報処理方法及びプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、ネットワークカメラ等の撮像装置を利用した監視システムが広く普及している。

撮像装置には、大規模な公共機関や量販店における監視カメラとして等幅広い分野で利
用され、様々な運用方法があるものがある。撮像装置には、運用形態に合わせるために様
々な機能的特徴をもったものが存在する。撮像装置には、例えば、パン・チルトといった
撮影方向を自在に変更できるものや、高倍率のズーム撮影が可能なもの、魚眼レンズを搭
載し、広い範囲を一度に監視可能なもの（全方位カメラ）等が存在する。

また、複数の撮像装置を用いて監視等が行われる場合がある。例えば、全方位カメラは
非常に広い視野角を持つ一方で、カメラから離れた場所では割り当てられた画素数が少な
く、解像度が落ちてしまう。そのため、人の顔や車番等の詳細な情報を取得することには
向いていない。そこを補うため、全方位カメラとパン・チルト・ズーム機能を持つカメラ
（PTZカメラ）とを連携させる機能を持つ監視システムが特許文献 1 に開示されている
。即ち、全方位カメラで広い範囲を一度に監視し、その映像中で特に注視すべき点は PT
Z カメラで拡大表示し、詳細情報を取得することを可能にするシステムである。このよう
に複数の撮像装置を連携させる場合、撮像装置の設置の際に撮像装置間で連携を行うため
のキャリブレーション作業を行う必要がある。

30

また、特許文献 2 には、既知のパターンを持つ物体を撮影することで、物体の位置、姿
勢を測定する方法が開示されている。この方法によって、撮影した物体を基準としたカメラ
位置、及び姿勢を推定する技術も知られている。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】US 9 3 1 3 4 0 0

特開 2 0 0 6 - 2 4 2 9 4 3 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献 1 に開示された従来技術では、第 1 の撮像装置と第 2 の撮像装置とで撮影した

50

画像間で制御LUT(Look-Up Table)を構築する。そして、第1の撮像装置で撮影した画像上で指定した注目領域(ROI: Region Of Interest)と制御LUTとによって第2の撮像装置の撮影方向を決定する。

しかしながら、特許文献1では、撮像装置のセットアップ時に撮像装置間の連携のための制御LUTを構築する作業が必要となる。制御LUTを構築する方法としては、例えば、人の手によって画像を見比べ、対応点を入力する方法があるが、この方法ではセットアップ作業に多くの手間がかかり、人に係る負担が大きくなる。また、この方法で有効な制御LUTを構築するためには、第1の撮像装置と第2の撮像装置との撮影画角の大部分がオーバーラップしている必要がある。即ち、特許文献1の方法は、第1の撮像装置と第2の撮像装置との撮影画角の大部分がオーバーラップしている場合にしか適用できないため、実行できる状況には制限があった。

10

そこで本発明は、互いに連携する複数の撮像装置のセットアップ作業を、より軽負担に、より多くの状況において、実行できるようにすることを支援することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明の情報処理装置は、第1撮像装置により撮影された画像に含まれるマーカの検出結果を用いて特定される前記第1撮像装置の位置と、撮影方向を変更可能な第2撮像装置により撮影された画像に含まれる前記マーカの検出結果を用いて特定される前記第2撮像装置の位置とに基づき、前記第1撮像装置と前記第2撮像装置との位置関係を特定する特定手段と、前記特定手段により特定された前記第1撮像装置と前記第2撮像装置との位置関係と、前記第1撮像装置により撮影された画像内に指定された位置と、に基づいて、前記第2撮像装置の撮影方向を決定する決定手段と、を有し、前記第2撮像装置の位置は、前記第2撮像装置の撮影方向が変更された場合であっても変化しない位置であって、前記第2撮像装置により撮影された画像に含まれる前記マーカの検出結果を用いて特定される前記第2撮像装置のレンズに基づく位置を、所定距離だけ補正することで特定される位置であることを特徴とする。

20

【発明の効果】

【0006】

本発明によれば、互いに連携する複数の撮像装置のセットアップ作業を、より軽負担に、より多くの状況において、実行できるようにすることを支援することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】監視システムのシステム構成の一例を示す図である。

【図2】監視システムの各要素のハードウェア構成等の一例を示す図である。

【図3】撮像装置の位置関係の特定の際の環境の一例を示す図である。

【図4】マーカの一例を説明する図である。

【図5】監視システムの処理の一例を示すフローチャートである。

【図6】位置推定処理の一例を示すフローチャートである。

【図7】PTZ型の撮像装置の構造の一例を示す図である。

【図8】PTZ型の撮像装置における座標系の一例を説明する図である。

40

【図9】位置関係特定処理の一例を示すフローチャートである。

【図10】撮像装置間の連携処理の一例を示すフローチャートである。

【図11】広角型の撮像装置の機構等の一例を示す図である。

【図12】広角型の撮像装置から被写体へのベクトル算出処理の一例を説明する図である。
【図13】PTZ型の撮像装置から被写体へのベクトル算出処理の一例を説明する図である。

【図14】UIの一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

以下に、本発明の好ましい実施の形態を、図面に基づいて詳細に説明する。

50

【 0 0 0 9 】

< 実施形態 1 >

図 1 は、本実施形態の監視システムのシステム構成の一例を示す図である。本実施形態における監視システムは、撮像装置 1 0 1、撮像装置 1 0 2、クライアント装置 1 0 3 を含む。撮像装置 1 0 1、撮像装置 1 0 2、クライアント装置 1 0 3 は、ネットワーク 1 0 4 を介して、互いに通信可能に接続されている。

撮像装置 1 0 1 は、パン、チルト、ズーム機構を持つ P T Z 型の撮像装置であり、パン、チルト、ズームの駆動を行うことで、撮影方向を変更可能な撮像装置である。撮像装置 1 0 2 は、魚眼レンズ等の広角レンズを有する広角型の撮像装置である。

クライアント装置 1 0 3 は、撮像装置 1 0 1、撮像装置 1 0 2 との間で、ネットワーク 1 0 4 を介した情報の入出力を行うパーソナルコンピュータ (P C)、サーバ装置、タブレット装置、スマートフォン等の情報処理装置である。ネットワーク 1 0 4 は、インターネット、L A N 等のネットワークであり、撮像装置 1 0 1、撮像装置 1 0 2、クライアント装置 1 0 3 間の通信が可能であれば特に限られない。また、撮像装置 1 0 1 は、複数台設置されていてもよい。

10

【 0 0 1 0 】

図 2 は、監視システムの各要素のハードウェア構成等の一例を示す図である。

撮像装置 1 0 1 は、撮像部 2 0 1、画像処理部 2 0 2、システム制御部 2 0 3、パン駆動部 2 0 4、チルト駆動部 2 0 5、ズーム駆動部 2 0 6、パンチルトズーム制御部 2 0 7、空間情報処理部 2 0 8、記憶部 2 0 9、通信部 2 1 0 を含む。

20

撮像部 2 0 1 は、レンズ、撮像素子等を含む機構であり、レンズを介して撮像素子に入光した光から電気信号への変換を行うことで被写体の撮影を行う。

画像処理部 2 0 2 は、撮像部 2 0 1 によって変換された電気信号に画像処理、圧縮符号化処理を行い、画像データを生成し、システム制御部 2 0 3 へ送信するプロセッサである。

システム制御部 2 0 3 は、C P U、C P U のワークエリアとして機能する R a n d o m A c c e s s M e m o r y (R A M) 等の主記憶装置を含み、撮像装置 1 0 1 を制御する制御装置である。システム制御部 2 0 3 は、通信部 2 1 0 を介して、画像処理部 2 0 2 により生成された画像データをクライアント装置 1 0 3 に送信する。また、システム制御部 2 0 3 は、通信部 2 1 0 を介してクライアント装置 1 0 3 等から受信したカメラ制御コマンドを解析し、コマンドに応じた処理を行う。例えば、システム制御部 2 0 3 は、画像処理部 2 0 2 に対して画質調整の設定や、パンチルトズーム制御部 2 0 7 に対してパン・チルト・ズーム動作の設定といった撮影パラメータ設定の指示を行う。

30

【 0 0 1 1 】

パン駆動部 2 0 4 は、パン動作を行うメカ駆動系、その駆動源のモータ、駆動部の角度を検出する角度センサを含む機構であり、モータを駆動することで駆動系を駆動させ、撮像装置 1 0 1 の撮影方向をパン方向に変化させる。

チルト駆動部 2 0 5 は、チルト動作を行うメカ駆動系、その駆動源のモータ、駆動部の角度を検出する角度センサを含む機構であり、モータを駆動させることで駆動系を駆動させ、撮像装置 1 0 1 の撮影方向をチルト方向に変化させる。

ズーム駆動部 2 0 6 は、フォーカスレンズ、ズームレンズの駆動部、モータ、ズームレンズの位置を検出するセンサを含む機構であり、モータを駆動されることによりズームレンズが光軸方向に移動して、撮像装置 1 0 1 の焦点距離を変更する。また、ズーム駆動部 2 0 6 は、モータを駆動させることでフォーカスレンズを光軸方向に移動させ、撮像装置 1 0 1 の焦点調節を行う。

40

【 0 0 1 2 】

パンチルトズーム制御部 2 0 7 は、システム制御部 2 0 3 から伝達された指示信号に基づいて、パン駆動部 2 0 4、チルト駆動部 2 0 5、及びズーム駆動部 2 0 6 を制御するプロセッサである。また、パンチルトズーム制御部 2 0 7 は、パン駆動部 2 0 4、チルト駆動部 2 0 5、ズーム駆動部 2 0 6 のセンサ情報を解析し、撮像装置 1 0 1 のパン角、チルト角、ズーム角を取得することができる。

50

パンチルトズーム制御部 207 は、システム制御部 203 から送信された指示信号に基づいて、パンチルトズーム動作をパン駆動部 204、チルト駆動部 205、ズーム駆動部 206 に指示する。また、パンチルトズーム制御部 207 は、システム制御部 203 からの要求に応じて、パン駆動部 204、チルト駆動部 205、ズーム駆動部 206 から、撮像装置 101 のパン角、チルト角、ズーム角を取得しシステム制御部 203 に送信する。

【0013】

空間情報処理部 208 は、撮像装置 101 と撮像装置 102 との連携機能を実現するために、撮像装置 101 と撮像装置 102 との 3 次元的な位置に関する処理を実行するプロセッサである。より具体的には、空間情報処理部 208 は、撮影した画像上の特徴点から自己位置を推定する処理等の処理を行う。撮像装置 101 は、空間情報処理部 208 を含まずに、空間情報処理部 208 の処理を、システム制御部 203 を介して実行することとしてもよい。

10

記憶部 209 は、画質調整のパラメータ、ネットワークの設定といった設定値、撮影された画像データ、各種プログラム等を記憶する記憶装置である。システム制御部 203 は、撮像装置 101 が再起動された場合でも、記憶部 209 に記憶された以前設定された値を用いて、撮像装置 101 を制御することができる。記憶部 209 は、例えば、Read Only Memory (ROM)、ハードディスクドライブ (HDD)、ソリッドステートドライブ (SSD)、フラッシュメモリ等である。

通信部 210 は、ネットワーク 104 を介した撮像装置 102、クライアント装置 103 等の外部の装置との間の通信に用いられるインターフェースである。

20

システム制御部 203 が、記憶部 209 に記憶されたプログラムにしたがって処理を実行することで、撮像装置 101 の機能、図 6 のフローチャートの処理、図 5、図 10 のフローチャートにおける撮像装置 101 の処理等が実現される。

【0014】

撮像装置 102 は、撮像部 211、画像処理部 212、システム制御部 213、空間情報処理部 214、記憶部 215、通信部 216 を含む。

撮像部 211 は、レンズ、撮像素子を含む機構であり、レンズを介して撮像素子に入光した光から電気信号への変換を行うことで被写体の撮影を行う。また、撮像部 211 は、半球状の視野角を有する広角レンズを含む。

画像処理部 212 は、撮像部 211 によって変換された電気信号に画像処理、圧縮符号化処理を行い、画像データを生成し、システム制御部 213 へ送信するプロセッサである。

30

システム制御部 213 は、CPU、CPU のワークエリアとして機能する主記憶装置を含み、撮像装置 102 を制御する制御装置である。システム制御部 213 は、通信部 216 を介して、画像処理部 212 により生成された画像データをクライアント装置 103 に送信する。また、システム制御部 213 は、通信部 216 を介してクライアント装置 103 等から受信したカメラ制御コマンドを解析し、コマンドに応じた処理を行う。例えば、システム制御部 213 は、画像処理部 212 に対して画質調整の設定等の撮影パラメータ設定の指示を行う。

【0015】

空間情報処理部 214 は、撮像装置 101 と撮像装置 102 との連携機能を実現するために、撮像装置 101 と撮像装置 102 との 3 次元的な位置に関する処理を実行するプロセッサである。より具体的には、空間情報処理部 214 は、撮影した画像上の特徴点から自己位置を推定する処理等の処理を行う。撮像装置 102 は、空間情報処理部 214 を含まずに、空間情報処理部 214 の処理を、システム制御部 213 を介して実行することとしてもよい。

40

記憶部 215 は、画質調整のパラメータ、ネットワークの設定といった設定値、各種プログラム等を記憶する記憶装置である。システム制御部 213 は、撮像装置 102 が再起動された場合でも、記憶部 215 に記憶された以前設定された値を用いて、撮像装置 102 を制御することができる。記憶部 215 は、例えば、ROM、HDD、SSD、フラッシュメモリ等である。

50

通信部 216 は、ネットワーク 104 を介した撮像装置 101、クライアント装置 103 等の外部の装置との間の通信に用いられるインターフェースである。

システム制御部 213 が、記憶部 215 に記憶されたプログラムにしたがって処理を実行することで、撮像装置 102 の機能、図 6 のフローチャートの処理、図 5、図 10 のフローチャートにおける撮像装置 102 の処理等が実現される。

【0016】

クライアント装置 103 は、表示部 217、入力部 218、システム制御部 219、通信部 220、記憶部 221、空間情報処理部 222、画像処理部 223 を含む。

表示部 217 は、液晶表示装置等の表示装置であり、撮像装置 101、撮像装置 102 等から受信した画像データの表示を行う。また、表示部 217 は、撮像装置 101、撮像装置 102 の制御に用いられるグラフィックユーザインターフェース（以下では、GUI とする）等を表示する。この GUI は、例えば、撮像装置 101 のズーム率の設定、パン・チルト方向の変更、撮像装置 101、撮像装置 102 への撮像の指示等に用いられる。

入力部 218 は、キーボード、マウス、タッチパネル等の入力装置である。クライアント装置 103 のユーザは、入力部 218 を介して GUI を操作する。

【0017】

システム制御部 219 は、CPU、CPU のワークエリアとして機能する主記憶装置を含み、クライアント装置 103 を制御する制御装置である。システム制御部 219 は、通信部 220 を介して、撮像装置 101、撮像装置 102 等から送信された画像データを受信する。また、システム制御部 219 は、通信部 220 を介して撮像装置 101、撮像装置 102 等に対して、制御コマンドを送信することで、画質調整の設定等の撮影パラメータ設定の指示、パンチルトズーム動作の指示等を行う。

通信部 220 は、ネットワーク 104 を介した撮像装置 101、撮像装置 102 等の外部の装置との間の通信に用いられるインターフェースである。

記憶部 221 は、撮像装置 101、撮像装置 102 の IP アドレス等の情報、ネットワークの設定の情報、各種プログラム等を記憶する ROM、HDD、SSD、フラッシュメモリ等の記憶装置である。システム制御部 219 は、クライアント装置 103 が再起動された場合でも、記憶部 221 に記憶された以前設定された値を用いて、クライアント装置 103 を制御することができる。

【0018】

空間情報処理部 222 は、撮像装置 101 と撮像装置 102 との連携機能を実現するために、撮像装置 101 と撮像装置 102 との 3 次元的な位置に関する処理を実行するプロセッサである。より具体的には、空間情報処理部 222 は、撮像装置 101 と撮像装置 102 との位置情報に基づいて、撮像装置 101 と撮像装置 102 との間の位置関係を特定する処理等の処理を実行する。クライアント装置 103 は、空間情報処理部 222 を含まずに、空間情報処理部 222 の処理を、システム制御部 219 を介して実行することとしてもよい。

画像処理部 223 は、各種の画像処理を実行するプロセッサである。例えば、画像処理部 223 は、各撮像装置から送信された画像を GUI として表示部 217 に表示するための処理、入力部 218 を介した入力に基づいて画像上の座標を抽出する処理等の処理を実行する。クライアント装置 103 は、画像処理部 223 を含まずに、画像処理部 223 の処理を、システム制御部 219 を介して実行することとしてもよい。

システム制御部 219 が、記憶部 221 に記憶されたプログラムにしたがって処理を実行することで、クライアント装置 103 の機能、図 9 のフローチャートの処理、図 5、図 10 のフローチャートにおけるクライアント装置 103 の処理等が実現される。

【0019】

図 3 は、撮像装置 101 と撮像装置 102 との位置関係を特定する際の環境の一例を示す図である。撮像装置 101 と撮像装置 102 とは、ネットワーク 104 を介してクライアント装置 103 と通信可能な状態となっている。本実施形態では、検出が容易な特徴点を含むオブジェクトとして、予め定められたパターンが描かれているマーカ 301 が、床

10

20

30

40

50

に水平に設置されることとする。マーカ 3 0 1 に描かれているパターンの詳細については、図 4 で後述する。

撮像装置 1 0 1 は、撮像部 2 0 1 と画像処理部 2 0 2 とを用いてマーカ 3 0 1 を撮影し画像データを取得し、取得した画像データを、空間情報処理部 2 0 8 を介して解析する。これにより、撮像装置 1 0 1 は、マーカ 3 0 1 に基づいて定められた座標系における撮像装置 1 0 1 の位置を特定する。マーカ 3 0 1 に基づいて定められた座標系は、例えば、マーカ 3 0 1 に基づいて決定された点を原点とし、マーカ 3 0 1 の姿勢の変化に応じて姿勢が変化するように定義された座標系である。以下では、マーカ 3 0 1 に基づいて定められた座標系を、マーカ座標系とする。

また、撮像装置 1 0 2 は、撮像部 2 1 1 と画像処理部 2 1 2 とを用いてマーカ 3 0 1 を撮影し、撮影した画像を、空間情報処理部 2 1 4 を介して解析する。これにより、撮像装置 1 0 2 は、マーカ座標系における撮像装置 1 0 2 の位置を特定する。

【 0 0 2 0 】

図 4 (a) は、マーカ 3 0 1 に描かれたパターン (デザイン) の一例を示す図である。マーカ 3 0 1 には、図 4 (a) に示すように、白黒のチェスボード模様のパターンが描かれている。このパターンが示すチェスボードのマス目の大きさ、縦横のマス目の数は、既知であるとする。また、このチェスボード上のパターンのマス目の数は奇数 × 偶数となっているため、マーカ 3 0 1 のパターンには回転対称性がない。したがって、撮像装置 1 0 1、1 0 2 は、マーカ 3 0 1 のパターンを撮影し、解析することによって、カメラの位置だけでなく、カメラの姿勢も推定することができる。

図 4 (b) は、マーカ座標系の一例を示す図である。図 4 (a) のチェスボード上のパターンにおける左上のコーナー (マス目の角) を原点 O M とし、向かって右方向を X M 軸方向、下方向を Y M 軸方向、奥方向を Z M 軸方向とする。本実施形態では、マーカ座標系は、O M を原点とし、この 3 つの軸で定義される座標系である。

ただし、図 4 で示したマーカ 3 0 1 のパターン、マーカ 3 0 1 を基準に定義される座標系は、あくまで一例である。マーカ 3 0 1 には、ハニカム模様等の他のパターンが描かれていることとしてもよい。また、マーカ 3 0 1 は、2 次元マーカでなく立体的なマーカでもよい。また、マーカ 3 0 1 は、複数あってもよい。

【 0 0 2 1 】

図 5 は、位置関係特定処理の一例を示すフローチャートである。図 5 を用いて、図 3 に示す環境において、監視システムが撮像装置 1 0 1 と撮像装置 1 0 2 との位置関係を特定する処理について説明する。図 5 のフローチャートは、3 列構成になっている。左側のフローチャートがクライアント装置 1 0 3 の処理を示し、中央のフローチャートが撮像装置 1 0 1 の処理を示し、右側のフローチャートが撮像装置 1 0 2 の処理を示す。図 5 中の破線矢印は、行われた通信を示す。

S 5 0 1 において、システム制御部 2 1 9 は、ユーザによる入力部 2 1 8 を介した操作に基づいて、監視に用いられる撮像装置を、撮像装置 1 0 1 と撮像装置 1 0 2 とするという指定を受付ける。また、システム制御部 2 1 9 は、ユーザによる入力部 2 1 8 を介した操作に基づいて、撮像装置 1 0 1 と撮像装置 1 0 2 との位置関係の特定に用いられるマーカを、マーカ 3 0 1 にするという指定を受付ける。そして、システム制御部 2 1 9 は、監視システムのセットアップを開始する。

S 5 0 2 において、システム制御部 2 1 9 は、撮像装置 1 0 1 と撮像装置 1 0 2 とのそれぞれに対し、マーカ 3 0 1 を基準としたカメラ位置姿勢推定を指示するコマンドを送信する。この際、システム制御部 2 1 9 は、S 5 0 1 で指定を受付けたマーカ 3 0 1 の情報をコマンドと併せて送信する。

【 0 0 2 2 】

S 5 0 2 で送信されたコマンドを受けた際の、撮像装置 1 0 1 の処理について、図 5 の中央のフローチャートを用いて説明する。

S 5 0 3 において、システム制御部 2 0 3 は、クライアント装置 1 0 3 から送信されたコマンドとマーカ 3 0 1 の情報とを受信し、マーカ 3 0 1 を基準とした撮像装置 1 0 1 の

10

20

30

40

50

位置姿勢推定処理を実行する。この位置姿勢推定処理の詳細については、図 6、7 で後述する。

S 5 0 4 において、システム制御部 2 0 3 は、S 5 0 3 で実行した位置姿勢推定処理が成功したか否かを判定する。システム制御部 2 0 3 は、成功したと判定した場合、S 5 0 5 の処理に進み、失敗したと判定した場合、S 5 0 6 の処理に進む。

S 5 0 5 において、システム制御部 2 0 3 は、撮像装置 1 0 1 の位置姿勢推定処理が成功したことを示す成功通知をクライアント装置 1 0 3 に送信する。システム制御部 2 0 3 は、この成功通知と併せて、S 5 0 3 の処理で求めた撮像装置 1 0 1 の位置と姿勢との情報をクライアント装置 1 0 3 に送信する。以下では、位置と姿勢との情報を合せて、位置姿勢情報とする。

10

S 5 0 6 において、システム制御部 2 0 3 は、クライアント装置 1 0 3 に、撮像装置 1 0 1 の位置姿勢推定処理が失敗したことを示す失敗通知を送信する。

【 0 0 2 3 】

S 5 0 2 で送信されたコマンドを受けた際の、撮像装置 1 0 2 の処理について、図 5 の右側のフローチャートを用いて説明する。

S 5 0 7 において、システム制御部 2 1 3 は、クライアント装置 1 0 3 から送信されたコマンドとマーカ 3 0 1 の情報とを受信し、マーカ 3 0 1 を基準とした撮像装置 1 0 2 の位置姿勢推定処理を実行する。この位置姿勢推定処理の詳細については、図 6、7 で後述する。

S 5 0 8 において、システム制御部 2 1 3 は、S 5 0 7 で実行した位置姿勢推定処理が成功したか否かを判定する。システム制御部 2 1 3 は、成功したと判定した場合、S 5 0 9 の処理に進み、失敗したと判定した場合、S 5 1 0 の処理に進む。

20

S 5 0 9 において、システム制御部 2 1 3 は、撮像装置 1 0 2 の位置姿勢推定処理が成功したことを示す成功通知をクライアント装置 1 0 3 に送信する。システム制御部 2 1 3 は、この成功通知と併せて、S 5 0 7 の処理で求めた撮像装置 1 0 2 の位置姿勢情報をクライアント装置 1 0 3 に送信する。

S 5 1 0 において、システム制御部 2 1 3 は、クライアント装置 1 0 3 に、撮像装置 1 0 2 の位置姿勢推定処理が失敗したことを示す失敗通知を送信する。

【 0 0 2 4 】

クライアント装置 1 0 3 の処理の説明に戻る。

30

S 5 1 1 において、システム制御部 2 1 9 は、撮像装置 1 0 1 から、S 5 0 5 又は S 5 0 6 で送信された情報を受信する。また、システム制御部 2 1 9 は、撮像装置 1 0 2 から、S 5 0 9 又は S 5 1 0 で送信された情報を受信する。

S 5 1 2 において、システム制御部 2 1 9 は、S 5 1 1 で撮像装置 1 0 1 と撮像装置 1 0 2 との双方から位置姿勢推定処理の成功を示す成功通知を受信したか否かを判定する。システム制御部 2 1 9 は、S 5 1 1 で撮像装置 1 0 1 と撮像装置 1 0 2 との双方から位置姿勢推定処理の成功を示す成功通知を受信したと判定した場合、S 5 1 4 の処理に進む。また、システム制御部 2 1 9 は、S 5 1 1 で撮像装置 1 0 1 と撮像装置 1 0 2 との何れから位置姿勢推定処理の失敗を示す失敗通知を受信したと判定した場合、S 5 1 3 の処理に進む。

40

S 5 1 3 において、システム制御部 2 1 9 は、撮像装置 1 0 1 と撮像装置 1 0 2 との位置関係の特定処理が失敗したことを示す失敗メッセージを表示部 2 1 7 に表示し、図 5 の処理を終了する。

【 0 0 2 5 】

S 5 1 4 において、システム制御部 2 1 9 は、撮像装置 1 0 1 と撮像装置 1 0 2 とから受信した位置姿勢情報に基づいて、撮像装置 1 0 1 と撮像装置 1 0 2 との間の位置関係を特定する。S 5 1 4 で行われる位置関係の特定処理の詳細については、図 9 で後述する。

S 5 1 5 において、システム制御部 2 1 9 は、S 5 1 4 で特定した位置関係を示す情報を撮像装置 1 0 1 と撮像装置 1 0 2 とに送信する。以下では、位置関係を示す情報を位置関係情報とする。

50

S 5 1 6において、システム制御部 2 0 3は、S 5 1 5でクライアント装置 1 0 3から送信された位置関係情報を受信し、記憶部 2 0 9に格納する。

S 5 1 7において、システム制御部 2 1 3は、S 5 1 5でクライアント装置 1 0 3から送信された位置関係情報を受信し、記憶部 2 1 5に格納する。

本実施形態では、S 5 0 3、S 5 0 7における位置姿勢推定処理は、撮像装置 1 0 1と撮像装置 1 0 2とのそれぞれにより、クライアント装置 1 0 3からの指示に応じて行われることとした。しかし、クライアント装置 1 0 3が、撮像装置 1 0 1と撮像装置 1 0 2とから送信された画像に基づいて、S 5 0 3、S 5 0 7と同様の位置姿勢推定処理を実行することとしてもよい。

【 0 0 2 6 】

図 6 は、マーカ 3 0 1 を基準とした撮像装置の位置と姿勢とを推定する位置姿勢推定処理の一例を示すフローチャートである。図 6 を用いて、図 5 のフローチャートにおける S 5 0 3、S 5 0 7 の位置姿勢推定処理の詳細について説明する。図 6 のフローチャートの処理のうち S 6 0 5 の処理は、撮像装置 1 0 1 により実行されるが、撮像装置 1 0 2 には実行されない処理である。図 6 のフローチャートの処理のうち他の処理は、撮像装置 1 0 1 と撮像装置 1 0 2 との双方により実行される処理である。

S 6 0 1 において、システム制御部 2 0 3 (2 1 3) は、撮像部 2 0 1 (2 1 0) と画像処理部 2 0 2 (2 1 2) とを介して、周囲の環境を撮影し画像データを取得する。

S 6 0 2 において、システム制御部 2 0 3 (2 1 3) は、画像処理部 2 0 2 (2 1 2) を介して、クライアント装置 1 0 3 から送信されたマーカ 3 0 1 の情報に基づいて、S 6 0 1 で取得した画像データにマーカ 3 0 1 が写っているか否かを判定する。例えば、システム制御部 2 0 3 (2 1 3) は、S 6 0 1 で取得した画像データから、マーカ 3 0 1 を検知する処理を行い、検知できた場合、マーカ 3 0 1 が写っていると判定し、検知できなかった場合、マーカ 3 0 1 が写っていないと判定する。システム制御部 2 0 3 (2 1 3) は、S 6 0 1 で取得した画像データにマーカ 3 0 1 が写っていると判定した場合、S 6 0 3 の処理に進み、S 6 0 1 で取得した画像データにマーカ 3 0 1 が写っていないと判定した場合、S 6 0 7 の処理に進む。

【 0 0 2 7 】

S 6 0 3 において、システム制御部 2 0 3 (2 1 3) は、画像処理部 2 0 2 (2 1 2) を介して、S 6 0 1 で取得した画像データにおける予め定められた特徴点のこの画像内における座標 (この画像の座標系における座標) を抽出する。本実施形態では、この特徴点は、マーカ 3 0 1 におけるチェスボード上のパターンにおける各コーナーの点とする。この点の座標は、画像上におけるマーカ 3 0 1 のコーナーが写っている画素の座標である。マーカ 3 0 1 には、コーナーが 1 2 点あるため、システム制御部 2 0 3 (2 1 3) は、1 2 点の 2 次元座標を抽出する。

S 6 0 4 において、システム制御部 2 0 3 (2 1 3) は、空間情報処理部 2 0 8 (2 1 4) を介して、S 6 0 3 で抽出した特徴点の座標に基づいて、撮像装置 1 0 1 (1 0 2) のマーカ 3 0 1 に基づいて定められたマーカ座標系における位置と姿勢との推定を行う。システム制御部 2 0 3 (2 1 3) は、例えば、特許文献 2 に開示されたアルゴリズムを用いて、撮像装置 1 0 1 (1 0 2) のマーカ座標系における位置と姿勢との推定を行う。

システム制御部 2 0 3 (2 1 3) は、マーカ座標系における撮像装置 1 0 1 (1 0 2) に基づいて定められた座標系の原点の位置と、座標系の姿勢と、を撮像装置 1 0 1 (1 0 2) の位置、姿勢として推定する。撮像装置 1 0 1 (1 0 2) に基づいて定められた座標系は、例えば、撮像装置 1 0 1 (1 0 2) に基づいて決定された点を原点として、撮像装置 1 0 1 (1 0 2) の姿勢の変化に合わせて姿勢 (各座標軸の傾き) が変化する座標系である。システム制御部 2 0 3 (2 1 3) は、撮像装置 1 0 1 (1 0 2) に基づいて定められた座標系の一例である撮像部 2 0 1 (2 1 3) のレンズに基づいて定められた座標系の原点の位置と、座標系の姿勢と、を推定する。以下では、撮像装置のレンズに基づいて定められた座標系をレンズ座標系とする。

【 0 0 2 8 】

10

20

30

40

50

システム制御部 203 (213) は、撮像装置のレンズ座標系を、その撮像装置の位置姿勢を示す座標系として用いることとなる。より具体的には、システム制御部 203 (213) は、レンズ座標系の原点の位置をその撮像装置の位置として、このレンズ座標系の姿勢をその撮像装置の姿勢として用いる。

システム制御部 203 (213) は、撮像装置 101 (102) の位置を示す位置データとして、以下の式 (1) で表されるように 3 次元の並進ベクトル T_L のデータを取得する。式 (1) のベクトル T_L の各要素は、マーカ座標系における撮像装置 101 (102) 上に予め定められた点の座標の座標値を示す。ベクトル T_L は、マーカ座標系におけるマーカ座標系の原点から、撮像装置 101 (102) のレンズ座標系の原点までのベクトルである。

【0029】

【数 1】

$$T_L = \begin{bmatrix} T_{LX} \\ T_{LY} \\ T_{LZ} \end{bmatrix} \quad (1)$$

【0030】

また、システム制御部 203 (213) は、撮像装置 101 (102) の姿勢を示す姿勢データとして、以下の式 (2) で表されるように 3×3 の行列 R_L のデータを取得する。式 (2) の行列 R_L は、マーカ 301 に基づいて定められたマーカ座標系から、撮像装置 101 (102) のレンズ座標系への変換行列である。撮像装置 101 (102) のレンズ座標系の各軸の方向は、撮像装置 101 (102) の姿勢により変動することとなる。そのため、行列 R_L は、撮像装置 101 (102) の姿勢と対応関係があり、撮像装置 101 (102) の姿勢を示す情報として解釈できる。

【0031】

【数 2】

$$R_L = \begin{bmatrix} R_{L11} & R_{L12} & R_{L13} \\ R_{L21} & R_{L22} & R_{L23} \\ R_{L31} & R_{L32} & R_{L33} \end{bmatrix} \quad (2)$$

【0032】

S605において、システム制御部 203 は、撮像装置 101 の位置姿勢を示す座標系を、撮像装置 101 のレンズ座標系から撮像装置 101 のパンチルト駆動の影響を受けない座標系に補正する。S605 の処理の詳細については、図 7、図 8 で後述する。

S606において、システム制御部 203 (213) は、位置姿勢推定処理が成功したことを示す成功フラグを返し（例えば、成功フラグの情報を記憶部 209 (215) に記憶し）、図 6 の処理を終了する。

S607において、システム制御部 203 (213) は、位置姿勢推定処理が失敗したことを示す失敗フラグを返す（例えば、成功フラグの情報を記憶部 209 (215) に記憶する）。

S504 (S508) では、システム制御部 203 (213) は、例えば、記憶部 209 (215) に成功フラグが記憶されているか失敗フラグが記憶されているかに基づいて

10

20

30

40

50

、位置姿勢推定処理が成功したか否かを判定することとなる。

【 0 0 3 3 】

図 7 は、P T Z 型の撮像装置である撮像装置 1 0 1 の構造の一例を示す図である。図 8 は、撮像装置 1 0 1 に基づいて定められたレンズ座標系の一例を説明する図である。以下では、図 7、8 を用いて、図 6 のフローチャートにおける S 6 0 5 の処理の詳細について説明する。

まず、図 7 を用いて、撮像装置 1 0 1 の構造について説明する。図 7 (a) は、底面が地面に配置されている撮像装置 1 0 1 を、垂直方向真上から見た図である。図 7 (b) は、底面が地面に配置されている撮像装置 1 0 1 の側面図である。

ボトムケース 7 0 1 は、撮像装置 1 0 1 のハードウェア構成要素を格納するためのケースであり、撮像装置 1 0 1 の設置面に固定される。ターンテーブル 7 0 2 は、ボトムケース上で回転し、撮像装置 1 0 1 の撮影方向をパン方向に変化させるための機構である。支柱 7 0 3 は、カメラヘッド 7 0 4 を支える柱である。カメラヘッド 7 0 4 は、撮像部 2 0 1 が格納される部位である。パン駆動部 2 0 4 は、ボトムケース 7 0 1 に対して、ターンテーブル 7 0 2 を水平方向に回転させることで、撮像装置 1 0 1 の撮影方向をパン方向に変化させる。本実施形態では、パン駆動部 2 0 4 は、基準となる方向を 0° として、ターンテーブル 7 0 2 を、左右方向に -175° から $+175^{\circ}$ まで回転することができる。

また、チルト駆動部 2 0 5 は、ターンテーブル 7 0 2 の上に備えられた支柱 7 0 3 におけるカメラヘッド 7 0 4 が固定された点を中心に、カメラヘッド 7 0 4 を垂直方向に回転することで、撮像装置 1 0 1 の撮影方向をチルト方向に変化させる。本実施形態では、チルト駆動部 2 0 5 は、カメラヘッド 7 0 4 を、水平方向 0 度から真上方向 9 0 度まで回転することができる。

【 0 0 3 4 】

次に、図 8 を用いて、撮像装置 1 0 1 に基づいて定められた座標系について説明する。図 8 (a) は、図 7 (a) と同様に、撮像装置 1 0 1 を真上から見た図である。図 8 (b) は、図 7 (b) と同様に、撮像装置 1 0 1 の側面図である。

撮像装置 1 0 1 のパン角を θ とし、チルト角を ϕ とする。この場合、S 6 0 4 の処理において用いられる撮像装置 1 0 1 のレンズ座標系は、例えば、以下のような座標系である。即ち、撮像部 2 0 1 のレンズの主点 8 0 1 を原点として、パン駆動の負方向に水平な X_L 軸、チルト駆動の正方向に水平な Y_L 軸、レンズ光軸方向を Z_L 軸によって定義される座標系である。

撮像装置 1 0 1 は、図 3 で説明したマーカ座標系から撮像装置 1 0 1 のレンズ座標系への変換方式を求めることで、マーカ座標系における撮像装置 1 0 1 の位置データ (T_L)、姿勢データ (R_L) を求めることとした。即ち、位置データ T_L は、マーカ座標系の原点 O_M からレンズ座標系の原点 O_L への 3 次元並進ベクトルである。また、レンズ姿勢データ R_L は、マーカ座標系からレンズ座標系への変換を示す 3×3 の回転行列である。

【 0 0 3 5 】

しかし、撮像装置 1 0 1 は、パンチルト駆動が可能なため、このレンズ座標系自体がパンチルト駆動の影響を受け、マーカ座標系から見たときにレンズ座標系の座標軸と、原点 O_L と、の位置が変化してしまう。そのため、撮像装置 1 0 1 のレンズ座標系を用いて撮像装置 1 0 1 の位置姿勢を表すと、マーカ座標系における撮像装置 1 0 1 の位置姿勢が、撮像装置 1 0 1 のパンチルト駆動によって変化してしまい、誤差が生じる。このような誤差により、撮像装置 1 0 1 と撮像装置 1 0 2 との相対的な位置関係の特定の精度が低下してしまうという問題がある。このような問題は、撮像装置 1 0 1 の位置姿勢を表すために、撮像装置 1 0 1 のパンチルト駆動により変動してしまう座標系 (レンズ座標系) が用いられることにより生じる。

そこで、本実施形態では、監視システムは、撮像装置 1 0 1 の位置姿勢を、撮像装置 1 0 1 のパンチルト駆動により変動しない座標系を用いて表すこととする。

【 0 0 3 6 】

図 8 を用いて、パンチルト駆動に依存しない撮像装置 1 0 1 に基づいて定められた座標

10

20

30

40

50

系の一例を説明する。以下では、パンチルト駆動に依存しない撮像装置 101 に基づいて定められた座標系を、カメラ座標系とする。まず、撮像装置 101 のパン駆動軸、チルト駆動軸の交点 802 をカメラ座標系の原点 O_C として定義する。

撮像装置 101 のパン駆動軸、チルト駆動軸の交点 802 (O_C) は、撮像装置 101 のパンチルト駆動により位置が変動しない。そのため、マーカ座標系の原点から原点 O_C までのベクトルである撮像装置 101 の位置データは、撮像装置 101 のパン角 θ 、チルト角 φ に依存しないこととなる。

レンズの主点 801 から原点 O_C までの距離 d は、既知のデータとして記憶部 209 に記録されているものとする。また、カメラ座標系の座標軸を、 X_C 軸、 Y_C 軸、 Z_C 軸とする。 Z_C 軸の方向は、撮像装置 101 のパン角 θ が 0 度、チルト角が +90 度のときの光軸方向である。 X_C 軸の方向は、撮像装置 101 のパン角 θ が -90 度の方向である。 Y_C 軸の方向は、パン角 θ が -180 度の方向である。

【0037】

監視システムは、撮像装置 101 の位置姿勢を示す座標系として、撮像装置 101 のカメラ座標系を用いる。より具体的には、監視システムは、撮像装置 101 のカメラ座標系の原点を、撮像装置 101 の位置として、撮像装置 101 のカメラ座標系の姿勢を、撮像装置 101 の姿勢として用いる。

求められる撮像装置 101 の位置データは、マーカ座標の原点 O_M からカメラ原点 O_C への並進ベクトルとなる。また、求められる撮像装置 101 の姿勢データはマーカ座標系から、カメラ座標系への回転行列となる。システム制御部 203 は、S605 で、空間情報処理部 208 を介して、撮像装置 101 の位置データ T_C と姿勢データ R_C とを、レンズ位置データ T_L 、レンズ姿勢データ R_L 、パン角 θ 、チルト角 φ 、距離 d を用いて求め直す。システム制御部 203 は、パン角 θ 、チルト角 φ を、パンチルトズーム制御部 207 に問い合わせることで取得することができる。

より具体的には、システム制御部 203 は、以下の式 (3) を用いて、位置データ T_C を求める。

【0038】

【数 3】

$$T_C = \begin{bmatrix} T_{CX} \\ T_{CY} \\ T_{CZ} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} T_{LX} \\ Z_{LY} \\ T_{LY} + d \end{bmatrix} \quad (3)$$

【0039】

以下では、位置データ T_C で表されるベクトルを、カメラ位置ベクトルとする。

また、システム制御部 203 は、以下の式 (4) を用いて、撮像装置 101 の姿勢データ R_C を求める。

【0040】

【数 4】

$$R_C = \begin{bmatrix} R_{C11} & R_{C12} & R_{C13} \\ R_{C21} & R_{C22} & R_{C23} \\ R_{C31} & R_{C32} & R_{C33} \end{bmatrix} = R_L \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \sin \varphi & \cos \varphi \\ 0 & -\cos \varphi & \sin \varphi \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta & 0 \\ \sin \theta & \cos \theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (4)$$

10

20

30

40

50

【 0 0 4 1 】

以下では、姿勢データを示す行列を、姿勢行列とする。

システム制御部 2 0 3 は、このような処理により、パン角 θ 、チルト角 φ に依存しない撮像装置 1 0 1 の位置姿勢データを求めることができるため、後の処理の精度を向上できる。

本実施形態では、システム制御部 2 0 3 は、撮像装置 1 0 1 のパンチルト駆動により変動しない座標として、パン駆動軸とチルト駆動軸との交点を原点とする座標系を用いた。しかし、システム制御部 2 0 3 は、撮像装置 1 0 1 のパンチルト駆動により変動しない座標として、パン駆動軸とチルト駆動軸との交点以外の点を原点とする座標系を用いてもよい。例えば、システム制御部 2 0 3 は、ボトムケース 7 0 1 上に指定された点を原点とする座標系を用いることとしてもよい。

10

また、本実施形態では、撮像装置 1 0 2 は、パンチルト駆動ができない撮影方向が固定された撮像装置であるとした。しかし、撮像装置 1 0 2 は、パンチルト駆動ができ、撮影方向を変更可能な撮像装置であるとしてもよい。その場合、監視システムは、図 7、8 で説明した座標系と同様に、撮像装置 1 0 2 のパンチルト駆動で変動しない撮像装置 1 0 2 を基準に定められた撮像装置 1 0 2 のカメラ座標系を用いて、撮像装置 1 0 2 の位置姿勢を表すこととする。より具体的には、監視システムは、撮像装置 1 0 2 のカメラ座標系の原点の位置を撮像装置 1 0 2 の位置として、撮像装置 1 0 2 のカメラ座標系の傾きを撮像装置 1 0 2 の姿勢として用いることとなる。

【 0 0 4 2 】

20

図 9 は、撮像装置 1 0 1 と撮像装置 1 0 2 との位置関係を特定する位置関係特定処理の一例を示すフローチャートである。図 9 を用いて、S 5 1 4 の処理の詳細について説明する。システム制御部 2 1 9 は、空間情報処理部 2 2 2 を介して、図 9 の処理を実行する。

本実施形態では、撮像装置 1 0 1 と撮像装置 1 0 2 との位置関係は、撮像装置 1 0 1 と撮像装置 1 0 2 とのうち基準となる一方の撮像装置に対する他方の撮像装置の位置姿勢データとして表されることとする。以下では、撮像装置 1 0 1 と撮像装置 1 0 2 とのうち基準となる一方の撮像装置を、基準撮像装置とする。

本実施形態では、システム制御部 2 1 9 は、撮像装置 1 0 2 を、基準撮像装置として定義する。システム制御部 2 1 9 は、図 9 の処理の開始前に、S 5 0 5、S 5 0 9 で送信された撮像装置 1 0 1、撮像装置 1 0 2 それぞれのマーカ座標系における位置データ（位置ベクトル）と、姿勢データ（姿勢行列）と、を取得している。

30

S 9 0 1 において、システム制御部 2 1 9 は、マーカ座標系における相対位置ベクトルを算出する。相対位置ベクトルは、基準撮像装置（撮像装置 1 0 2）から見たときの他方の撮像装置（撮像装置 1 0 1）の位置ベクトルである。マーカ座標系における撮像装置 1 0 2 の位置ベクトルを T_{BASE} 、マーカ座標系における撮像装置 1 0 1 の位置ベクトルを T_{PTZ} とすると、マーカ座標系における相対位置ベクトル T_{RM} は、以下の式（5）のように求められる。そこで、システム制御部 2 1 9 は、式（5）を用いて相対位置ベクトル T_{RM} を求める。

【 0 0 4 3 】

【 数 5 】

40

$$T_{RM} = T_{PTZ} - T_{BASE} \quad (5)$$

【 0 0 4 4 】

ここで、マーカ座標系における基準撮像装置（撮像装置 1 0 2）の姿勢行列から、マーカ座標系における他方の撮像装置（撮像装置 1 0 1）の姿勢行列への変換を示す行列を、相対姿勢行列とする。

S 9 0 2 において、システム制御部 2 1 9 は、マーカ座標系における相対姿勢行列を求

50

める。撮像装置 1 0 2 の姿勢行列を R_{BASE} 、撮像装置 1 0 1 の姿勢行列を R_{PTZ} とすると、マーカ座標系における相対姿勢行列 R_{RM} は以下の式 (6) のように求められる。そこで、システム制御部 2 1 9 は、式 (6) を用いて相対姿勢行列 R_{RM} を求める。

【 0 0 4 5 】

【数 6】

$$R_{RM} = R_{PTZ} R_{BASE}^{-1} \quad (6)$$

10

【 0 0 4 6 】

式 (6) 中の、 R_{BASE}^{-1} は、 R_{BASE} の逆行列である。

S 9 0 3 において、システム制御部 2 1 9 は、S 9 0 1、S 9 0 2 で求めたマーカ座標系における相対位置ベクトル T_{RM} 、相対姿勢行列 R_{RM} を、基準撮像装置 (撮像装置 1 0 2) に基づいて定められた座標系で表すように座標変換を行う。以下では、基準撮像装置に基づいて定められた座標系を、基準カメラ座標系とする。基準カメラ座標系で表した相対位置ベクトルを T_R とすると、 T_R は以下の式 (7) で求められる。そこで、システム制御部 2 1 9 は、式 (7) を用いて、基準カメラ座標系で表した相対位置ベクトル T_R を求める。

【 0 0 4 7 】

【数 7】

$$T_R = R_{BASE}^{-1} T_{RM} \quad (7)$$

20

【 0 0 4 8 】

また、基準カメラ座標系で表した相対姿勢行列を R_R とする。システム制御部 2 1 9 は、 R_R を求めるために、マーカ座標系における相対姿勢行列 R_{RM} を回転ベクトルに変換する。回転ベクトルとは、ベクトルの向きが回転軸、ベクトルの大きさが回転量を表すベクトルである。システム制御部 2 1 9 は、任意の回転行列 R と回転ベクトル r の変換を、以下の式 (8) に示される関係を用いて行うことができる。

【 0 0 4 9 】

【数 8】

$$\sin(\theta) \begin{bmatrix} 0 & -r_z & r_y \\ r_z & 0 & -r_x \\ -r_y & -r_x & 0 \end{bmatrix} = \frac{R - R^T}{2}$$

30

40

(8)

【 0 0 5 0 】

式 (8) 中の r_x 、 r_y 、 r_z は、回転ベクトル r の方向を示す単位ベクトルの x 、 y 、 z 成分である。 θ は、回転量、即ち回転ベクトル r の大きさを示す。式 (8) を用いて求められたマーカ座標系における相対姿勢ベクトルを R_{RMvec} とすると、基準カメラ座標系で表した相対姿勢ベクトル R_{Rvec} は以下の式で求められる。そこで、システム制御部 2 1 9 は、式 (9) を用いて、基準カメラ座標系で表した相対姿勢ベクトル R_{Rvec} を求める

50

。

【 0 0 5 1 】

【 数 9 】

$$R_{Rvec} = R_{BASE}^{-1} R_{RMvec} \quad (9)$$

【 0 0 5 2 】

システム制御部 2 1 9 は、求めた R_{Rvec} を回転行列に戻すことによって、基準カメラ座標系で表した相対姿勢行列 R_R を求めることができる。任意の回転ベクトル r を回転行列 R に変換するには、以下の式 (1 0) に示す $Rodrigues$ の回転公式を用いることができる。システム制御部 2 1 9 は、式 (1 0) に示される関係を用いて、 R_{Rvec} から、相対姿勢行列 R_R を求める。

【 0 0 5 3 】

【 数 1 0 】

$$R = \begin{bmatrix} \cos \theta + r_x^2 (1 - \cos \theta) & r_x r_y (1 - \cos \theta) - r_z \sin \theta & r_x r_z (1 - \cos \theta) + r_y \sin \theta \\ r_y r_x (1 - \cos \theta) + r_x \sin \theta & \cos \theta + r_y^2 (1 - \cos \theta) & r_y r_z (1 - \cos \theta) - r_x \sin \theta \\ r_z r_x (1 - \cos \theta) - r_y \sin \theta & r_z r_y (1 - \cos \theta) + r_x \sin \theta & \cos \theta + r_z^2 (1 - \cos \theta) \end{bmatrix}$$

(10)

【 0 0 5 4 】

以上の処理によって、システム制御部 2 1 9 は、撮像装置 1 0 1 と撮像装置 1 0 2 との位置関係を示す情報として、基準撮像装置である撮像装置 1 0 2 に対する撮像装置 1 0 1 の位置データ (T_{RM} 、 T_R) と姿勢データ (R_{RM} 、 R_R) とを取得する。これにより、システム制御部 2 1 9 は、撮像装置 1 0 1 と撮像装置 1 0 2 との位置関係を特定する。

【 0 0 5 5 】

図 1 0 は、撮像装置 1 0 1 と撮像装置 1 0 2 との連携処理の一例を示すフローチャートである。図 1 0 のフローチャートは、3 列構成になっている。左側のフローチャートは、クライアント装置 1 0 3 の処理を示す。中央のフローチャートは、撮像装置 1 0 2 の処理を示す。右側のフローチャートは、撮像装置 1 0 1 の処理を示す。図中の破線矢印は、各装置間で行われる通信を示す。

S 1 0 0 1 において、システム制御部 2 1 9 は、撮像装置 1 0 1 と撮像装置 1 0 2 とに対して、撮影した画像の送信の要求を示す要求コマンドを送信する。

S 1 0 0 2 において、撮像装置 1 0 2 のシステム制御部 2 1 3 は、S 1 0 0 1 で送信された要求コマンドを受け、撮像部 2 0 1 と画像処理部 2 0 2 とを介して画像を撮影し、撮影した画像をクライアント装置 1 0 3 に対して送信する処理を開始する。システム制御部 2 1 3 は、一度だけ画像を撮影し、撮影した画像をクライアント装置 1 0 3 に送信してもよいし、周期的に繰り返し画像を撮影し、撮影した画像をクライアント装置 1 0 3 に送信し続けることとしてもよい。

S 1 0 0 3 において、撮像装置 1 0 1 のシステム制御部 2 0 3 は、S 1 0 0 1 で送信された要求コマンドを受け、撮像部 2 1 1 と画像処理部 2 1 2 とを介して画像を撮影し、撮影した画像をクライアント装置 1 0 3 に対して送信する処理を開始する。システム制御部 2 0 3 は、一度だけ画像を撮影し、撮影した画像をクライアント装置 1 0 3 に送信してもよいし、周期的に繰り返し画像を撮影し、撮影した画像をクライアント装置 1 0 3 に送信し続けることとしてもよい。

【 0 0 5 6 】

S 1 0 0 4において、システム制御部 2 1 9は、撮像装置 1 0 1、撮像装置 1 0 2それぞれから配信された画像を表示部 2 1 7に表示する。これによって、ユーザは、各撮像装置で撮影された画像をリアルタイムで見ることができる。

S 1 0 0 5において、システム制御部 2 1 9は、ユーザにより入力部 2 1 8を介して指定された、クライアント装置 1 0 3の表示部 2 1 7に表示された撮像装置 1 0 2の画像の領域を特定する。以下では、ここで特定された領域を、注目領域とする。

注目領域の指定方法には、表示部 2 1 7に表示された映像上から注目したい場所をマウス等のポインティングデバイスで指定する方法等がある。この場合、注目領域として、矩形等の形式の領域が指定されることとしてもよいし、画像上の一点のみが指定されることとしてもよい。一点のみが指定された場合、システム制御部 2 1 9は、例えば、画像内の指定された一点を中心とする予め定められた形式の領域を、注目領域として特定する。本実施形態では、画像内の一点のみが指定されるものとする。注目領域の指定に用いられる User Interface (UI) については、図 1 4で後述する。

10

S 1 0 0 6において、システム制御部 2 1 9は、画像処理部 2 2 3を介して、S 1 0 0 5で特定した注目領域の中心の点の画像上の座標 (2次元データ) を抽出し、抽出した座標のデータを、撮像装置 1 0 2に送信する。

【 0 0 5 7 】

S 1 0 0 7において、システム制御部 2 1 3は、クライアント装置 1 0 3からS 1 0 0 6で送信された座標のデータを受信する。

S 1 0 0 8において、システム制御部 2 1 3は、空間情報処理部 2 1 4を介して、S 1 0 0 7で受信したデータが示す座標から、注目領域の中心点の空間上の座標を求める。注目領域の中心点の空間上の座標とは、撮像装置 1 0 2のカメラ座標系における注目領域の座標を示す3次元のベクトルであるとする。注目領域の空間上の座標を求める処理の詳細については、図 1 1、1 2で後述する。

20

S 1 0 0 9において、システム制御部 2 1 3は、S 1 0 0 8で求めた注目領域の中心点の空間上の座標のデータをクライアント装置 1 0 3に送信する。

S 1 0 1 0において、システム制御部 2 1 9は、S 1 0 0 9で撮像装置 1 0 2から送信されたカメラ座標系における注目領域の空間上の座標のデータを受信する。

S 1 0 1 1において、システム制御部 2 1 9は、S 1 0 1 0で受信したデータが示す座標を、撮像装置 1 0 1に送信する。本実施形態ではS 1 0 0 9 ~ S 1 0 1 1において、撮像装置 1 0 2により求められた注目領域の中心点の空間上の座標のデータは、クライアント装置 1 0 3を介して、撮像装置 1 0 1に送信されることとした。しかし、S 1 0 0 9で、撮像装置 1 0 2のシステム制御部 2 1 3は、S 1 0 0 8で求めた座標のデータを、直接、撮像装置 1 0 1に送信することとしてもよい。

30

【 0 0 5 8 】

S 1 0 1 2において、システム制御部 2 0 3は、S 1 0 1 1でクライアント装置 1 0 3から送信された座標のデータを受信する。

S 1 0 1 3において、システム制御部 2 0 3は、空間情報処理部 2 0 8を介して、S 5 1 6で受信した情報が示す位置関係と、注目領域の中心点の空間上の座標 (S 1 0 1 2で受信したデータが示す座標) と、に基づいて、パンチルト駆動する方向を求める。本実施形態では、撮像装置 1 0 1と撮像装置 1 0 2との位置関係を示すS 5 1 6で受信した情報は、基準撮像装置 (撮像装置 1 0 2) に対する撮像装置 1 0 1の位置姿勢の情報 (例えば、 T_R 、 T_{RM} 、 R_R 、 R_{RM}) である。システム制御部 2 0 3は、例えば、S 1 0 1 2で受信したデータが示す座標を中心とする定められた領域を撮影できるようにするためのパンチルト駆動の方向を求める。S 1 0 1 3の処理の詳細については、図 1 3で後述する。また、システム制御部 2 0 3は、S 1 0 1 3では、注目領域の中心点の空間上の座標に基づいて、望ましいズーム角を求める処理を行ってもよい。

40

S 1 0 1 4において、システム制御部 2 0 3は、パンチルトズーム制御部 2 0 7を介して、S 1 0 1 3で求めた方向へのパンチルト駆動が可能であるか否かを判定する。撮像装置 1 0 1のパンチルト駆動範囲は、パン駆動が - 1 7 5 度から + 1 7 5 度であり、チルト

50

駆動が0度から+90度であるため、算出したパンチルト方向がこの範囲外であった場合はこの判定は偽となり、範囲内である場合は真となる。システム制御部203は、S1013で求めた方向へのパンチルト駆動が可能であると判定した場合、S1015の処理に進み、S1013で求めた方向へのパンチルト駆動が可能でないと判定した場合、図10の処理を終了する。

【0059】

S1015において、システム制御部203は、パンチルトズーム制御部207を介して、パン駆動部204、チルト駆動部205へパンチルト駆動指示を行う。パン駆動部204、チルト駆動部205は、それぞれ指示に基づいた駆動を行う。また、システム制御部203は、パンチルトズーム制御部207を介して、ズーム駆動部206にズーム角を

10

変更する指示を行ってもよい。
本実施形態では、S1008の処理、S1013の処理は、それぞれ撮像装置101、撮像装置102が、クライアント装置103からの指示に応じて行うこととした。しかし、クライアント装置103が各監視カメラからの配信映像に基づいて空間情報処理部222、画像処理部223を用いて撮像装置101のパンチルト方向を算出し、撮像装置101にパンチルト駆動の指示のみを行うこととしてもよい。

【0060】

図11は、広角型の撮像装置102の機構等の一例を示す図である。図12は、広角型の撮像装置102から被写体へのベクトル算出処理の一例を説明する図である。図11、図12を用いて、S1008の処理の詳細について説明する。

20

まず、図11を用いて、撮像装置102の構造の概略について説明する。図11(a)は、地面に水平に配置された撮像装置102を真上から見た図である。図11(b)は、撮像装置102の側面図である。図11(c)は、撮像装置102により撮影された画像の一例である。撮像装置102は、土台部1101とドーム部1102とを含む。ドーム部1102は、内部に撮像部211を含む。撮像部211は、視野角180度の非常に広角なレンズを含む。撮像装置102で撮像することで、図11(c)に示すように、Sピクセル四方の正方形の画像1104が得られる。正方形の画像1104は、180度の視野を画像上に投影した円形の視野領域1105と、円の外側の黒く塗りつぶされたマスク領域1106とを含む。正方形の画像1104上では、画像の左上を原点とし、右方向を X_i 軸、下方向を Y_i 軸とする画像座標系が定義されることとする。

30

【0061】

次に、撮像装置102のカメラ座標系について説明する。撮像装置102を基準に定められた座標系である撮像装置102のカメラ座標系は、以下のような座標系として定義される。撮像装置102のカメラ座標系の原点 O_c は、レンズ主点1103であるとする。また、撮像装置102のカメラ座標系の座標軸は、 Z_c 軸、 X_c 軸、 Y_c 軸とが定義される。 Z_c 軸は、撮像装置102が地面に水平に配置された場合の撮像装置102の真上方向の軸である。 X_c 軸と Y_c 軸とは、撮像装置102が地面に水平に配置された場合の水平方向に、互いが直交するように定義された軸である。図11(c)を見ると、画像1104上にカメラ座標の原点 O_c に対応する画像上の座標を定義でき、右方向が X_c 軸、下方向が Y_c 軸と定義される。本実施形態では、カメラ原点 O_c に対応する画素は、画像1104の中心座標、即ち、座標 $(S/2, S/2)$ の画素であるとする。

40

ここで、画像1104の視野領域1105内の任意のピクセルを選択し、画像上の座標を (X_j, Y_j) とする。この座標は、撮像装置102から見たその座標に対応する画素に写っている被写体の方向に対応している。

【0062】

図11(d)は、撮像装置102の撮影方向を説明する図である。撮像装置102から被写体(撮影対象のオブジェクト、周囲の環境に配置されたオブジェクト等)上のある点まで伸びている方向ベクトルを想定する。図11(d)を見ると、撮像装置102から被写体まで伸びている方向ベクトルの向きは、 Z_c 軸に対する方向ベクトルの角度 θ と、方向ベクトルを (X_c, Y_c) 平面に投影したときの X_c 軸との角度 ϕ と、から特定される。

50

そこで、この方向ベクトルを、 (θ, φ) と表すことができる。撮像装置102のシステム制御部213は、レンズの歪み等を定義したレンズモデルを用いて、画像上の座標 (X_j, Y_j) から、撮像装置102から見たその座標の画素に写っている被写体の方向 (θ, φ) を一意に求めることができる。以下の式(11)、(12)を用いて、 (X_j, Y_j) から (θ, φ) を求めることができる。システム制御部213は、式(11)を用いて θ を求め、式(12)を用いて φ を求める。

【0063】

【数11】

$$\theta = \frac{\pi \sqrt{(X_j - \frac{S}{2})^2 + (Y_j - \frac{S}{2})^2}}{S} \quad (11)$$

10

$$\varphi = \tan^{-1} \left(\frac{Y_j - \frac{S}{2}}{X_j - \frac{S}{2}} \right) \quad (12)$$

20

【0064】

以上により、システム制御部213は、撮像装置102から見た方向 (θ, φ) を、画像1104上の指定された座標 (X_j, Y_j) から一意に求めることができる。

【0065】

次に、図12を用いて、撮像装置102から見た方向 (θ, φ) から、その方向に対応する座標 (X_j, Y_j) に写っている被写体1201の空間的な座標を求める方法について説明する。ここでは、撮像装置102は、天井に水平に設置されているものとする。撮像装置102から被写体1201までのベクトルを V_{BASE} とすると、被写体1201の空間的な座標を求めることは、 V_{BASE} を求めることに等しい。しかし、撮像装置102から見た方向 (θ, φ) だけでは、被写体1201までの距離を特定できないため、 V_{BASE} を一意に求めることはできない。そこで、本実施形態では、床が水平であること、被写体1201が人の顔であること、を前提条件として置く。人の身長が一定であるとの仮定を設けると、床から被写体1201までの高さを h とすると、 h の値を、定義することができる(例： $h = 1.6$ [m])。

30

また、撮像装置102の床からの高さ H も既知のデータとすることができる。なぜならば、S504の処理にて、マーカ301を床に水平に設置していた場合、高さ H は、マーカ座標系における撮像装置101の位置データが示す Z_M 座標の絶対値に等しいからである。以上の条件より、 V_{BASE} は以下の式(13)で求めることができる。そこで、システム制御部213は、式(13)を用いて、 V_{BASE} を求める。

40

【0066】

【数12】

$$V_{BASE} = \begin{bmatrix} (H - h) \tan \theta \cos \varphi \\ (H - h) \tan \theta \sin \varphi \\ H - h \end{bmatrix} \quad (13)$$

50

【 0 0 6 7 】

システム制御部 2 1 3 は、S 1 0 0 8 で、S 1 0 0 7 で受信した情報が示す座標を (X_j、Y_j) とおく。そして、システム制御部 2 1 3 は、S 1 0 0 7 で受信した情報が示す座標に対応する被写体の撮像装置 1 0 2 に対する方向を、式 (1 1) を用いて θ を求め、式 (1 2) を用いて ϕ を求めることで特定する。そして、システム制御部 2 1 3 は、その被写体の撮像装置 1 0 2 のカメラ座標系における位置を示すベクトルデータとして、式 (1 3) を用いて、 V_{BASE} を求める。

【 0 0 6 8 】

図 1 3 は、P T Z 型の撮像装置 1 0 1 から被写体へのベクトル算出処理の一例を説明する図である。図 1 3 を用いて、S 1 0 1 3 の処理の詳細について説明する。

10

図 1 3 中の、撮像装置 1 0 2 から見た被写体 1 2 0 1 へのベクトル V_{BASE} 、撮像装置 1 0 2 から撮像装置 1 0 1 への相対位置ベクトル T_R は、S 1 0 1 3 の処理の前に求められているとする。システム制御部 2 0 3 は、 V_{BASE} と T_R との差分をとることで、撮像装置 1 0 2 のカメラ座標系における撮像装置 1 0 1 から被写体 1 2 0 1 へのベクトル $V_{PTZ'}$ を求める。システム制御部 2 0 3 は、以下の式 (1 4) を用いて、 $V_{PTZ'}$ を求める。

【 0 0 6 9 】

【数 1 3 】

$$V_{PTZ'} = V_{BASE} - T_R \quad (14)$$

20

【 0 0 7 0 】

更に、システム制御部 2 0 3 は、撮像装置 1 0 2 から撮像装置 1 0 1 への相対姿勢行列 R_R に基づいて、以下の式 (1 5) を用いて、撮像装置 1 0 1 のカメラ座標系における撮像装置 1 0 1 から被写体 1 2 0 1 へのベクトル V_{PTZ} を求めることができる。

【 0 0 7 1 】

【数 1 4 】

$$V_{PTZ} = R_R^{-1} V_{PTZ'} \quad (15)$$

30

【 0 0 7 2 】

そして、システム制御部 2 0 3 は、求めた V_{PTZ} に基づいて、以下の式 (1 6)、(1 7) を用いて、撮像装置 1 0 1 に対する被写体 1 2 0 1 の方向を示すパン角 θ 、チルト角 ϕ を求める。

【 0 0 7 3 】

【数 1 5 】

40

$$\theta = \tan^{-1} \frac{V_y}{V_x} - \pi \quad (16)$$

10

$$\varphi = \frac{\pi}{2} - \tan^{-1} \frac{\sqrt{V_x^2 + V_y^2}}{V_z} \quad (17)$$

【 0 0 7 4 】

式 (1 6) 、 (1 7) 中の V_x 、 V_y 、 V_z は、それぞれ V_{PTZ} の X 、 Y 、 Z 成分を示す。そして、システム制御部 2 0 3 は、このようにして求めたパン角 θ 、チルト角 φ が示す方向に撮像装置 1 0 1 の撮影方向を変動させるように、S 1 0 1 5 でパンチルト駆動を行う。これにより、撮像装置 1 0 1 は、被写体 1 2 0 1 を撮影することができるようになる。

20

【 0 0 7 5 】

図 1 4 は、本実施形態の監視システムの操作に用いられる UI の一例を示す図である。図 1 4 の UI は、表示部 2 1 7 に表示され、入力部 2 1 8 を介してユーザによって操作される GUI である。図 1 4 の UI は、撮像装置 1 0 2 から送信された画像が表示される広角画像領域 1 4 0 1 、撮像装置 1 0 1 から送信された画像が表示される PTZ 画像領域 1 4 0 2 、マウス等のポインティングデバイスによって操作されるポインタ 1 4 0 3 を含む。ユーザは、入力部 2 1 8 を介した操作で、ポインタ 1 4 0 3 を、広角画像領域 1 4 0 1 に表示された画像上の注目したい点に合わせ、マウスクリック等によって、注目したい領域に対応する点 (以下では、注目点) を指定する。

30

監視システムは、注目点の決定をトリガとして、図 1 0 の処理によって、撮像装置 1 0 1 の撮影方向を変更する。そして、撮像装置 1 0 1 は、撮影方向が変更された撮像条件の下で、撮像部 2 1 1 、画像処理部 2 1 2 によって画像を撮影し、通信部 2 1 6 を介して撮影した画像をクライアント装置 1 0 3 に送信する。クライアント装置 1 0 3 は、通信部 2 2 0 を介して画像を受信し、画像処理部 2 2 3 を介して、GUI の PTZ 画像領域 1 4 0 2 に合成し、GUI を表示部 2 1 7 に表示する。これによって、ユーザは容易に撮像装置 1 0 1 の撮影方向を変更し、撮影方向が変更された撮像装置 1 0 1 により撮影された画像を即座に確認することができる。

【 0 0 7 6 】

以上、本実施形態では、監視システムは、撮像装置 1 0 1 、撮像装置 1 0 2 のそれぞれにより撮影された画像の双方からマーカ 3 0 1 上の特徴点を検出した。そして、監視システムは、検出した特徴点からマーカ座標系における撮像装置 1 0 1 、撮像装置 1 0 2 のそれぞれの位置姿勢を求め、求めた位置姿勢から、撮像装置 1 0 1 と撮像装置 1 0 2 との位置関係を特定した。監視システムは、撮像装置 1 0 2 により撮影された画像を含む UI を介してその画像内に指定された位置と、特定した位置関係とから、撮像装置 1 0 1 の撮影方向を決定した。このように、監視システムは、特許文献 1 のように、撮像装置間の連携のための制御 LUT を構築する等の負担を要せずに、撮像装置 1 0 1 の撮影方向の決定を行うことで、セットアップ作業を支援できる。即ち、監視システムは、特許文献 1 よりも軽負担に、セットアップ作業の支援を行うことができる。

40

また、撮像装置 1 0 1 と撮像装置 1 0 2 とは、互いに共通の特徴点 (マーカ 3 0 1) を

50

撮影できるように配置されていればよく、互いの画角の大部分がオーバーラップしている必要がない。即ち、監視システムは、特許文献 1 の場合よりも多くの状況において、セットアップ作業を支援することができる。

その後、監視システムは、決定した方向に撮影方向を変化させるように、撮像装置 101 に対してパンチルト駆動を行った。これにより、監視システムは、より軽負担に、より多くの状況において、撮像装置 101 の撮影方向を調整できる。

【0077】

< その他の実施形態 >

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

【0078】

例えば、上述した監視システムの機能構成の一部又は全てをハードウェアとしてクライアント装置 103、撮像装置 101、撮像装置 102 等にも実装してもよい。

以上、本発明の好ましい実施形態について詳述したが、本発明は係る特定の実施形態に限定されるものではない。上述した各実施形態を任意に組み合わせてもよい。

【符号の説明】

【0079】

101 撮像装置

102 撮像装置

103 クライアント装置

10

20

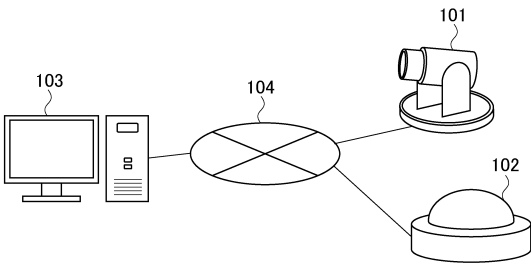
30

40

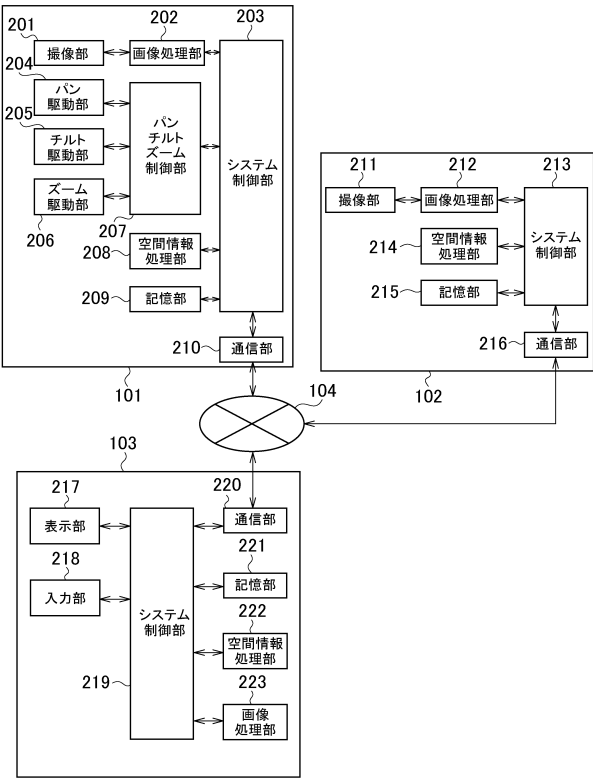
50

【図面】

【図 1】



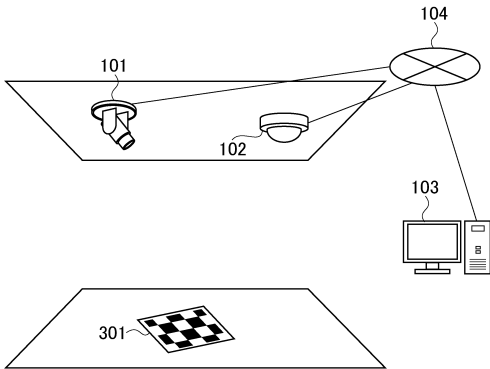
【図 2】



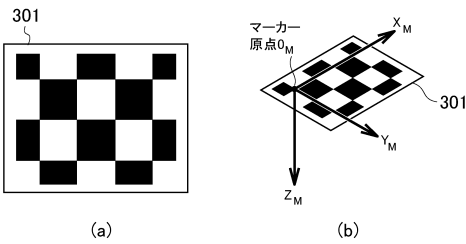
10

20

【図 3】



【図 4】

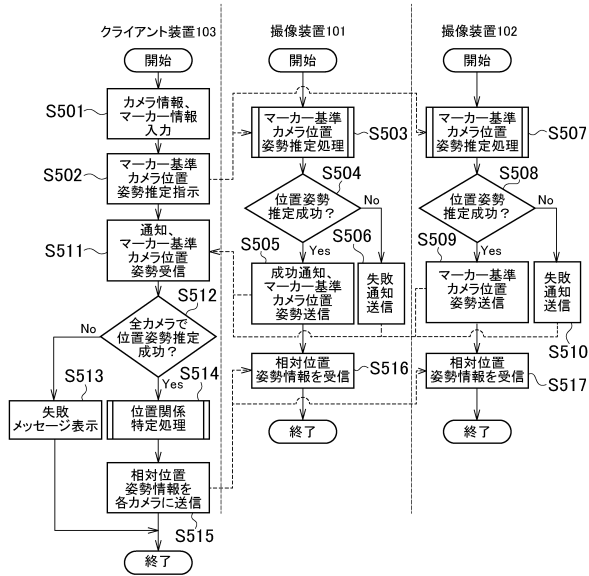


30

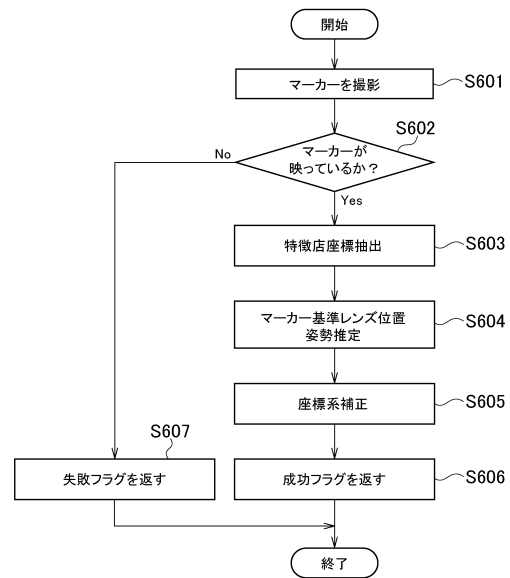
40

50

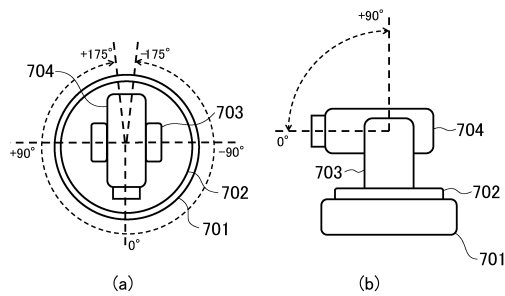
【図 5】



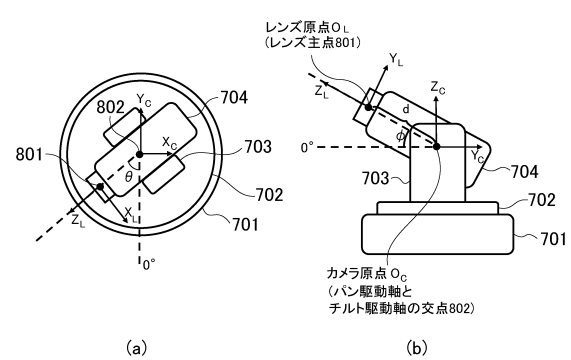
【図 6】



【図 7】



【図 8】



10

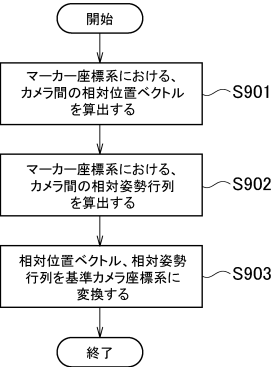
20

30

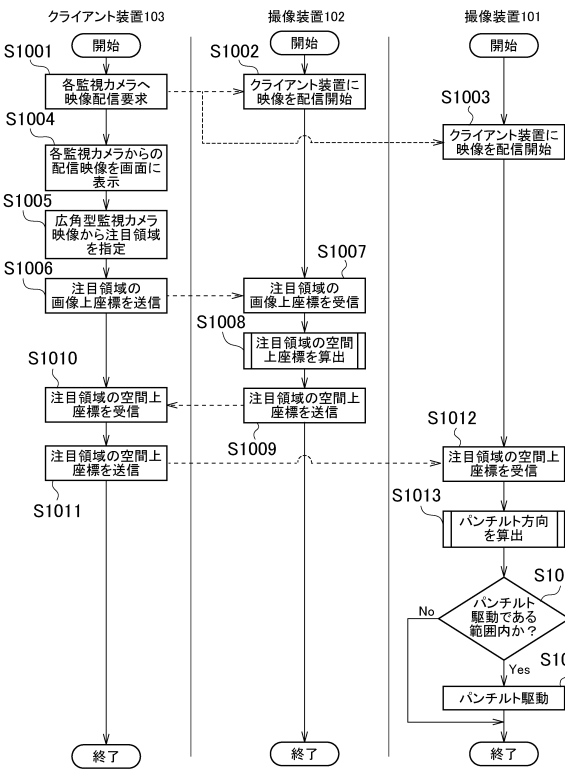
40

50

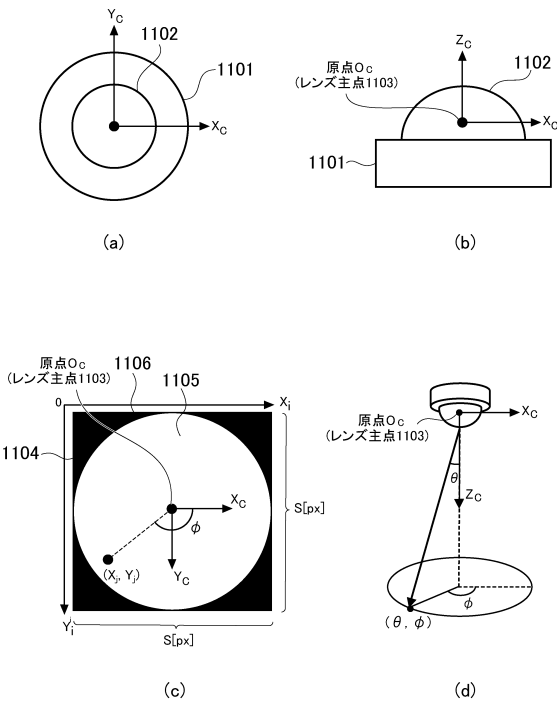
【図 9】



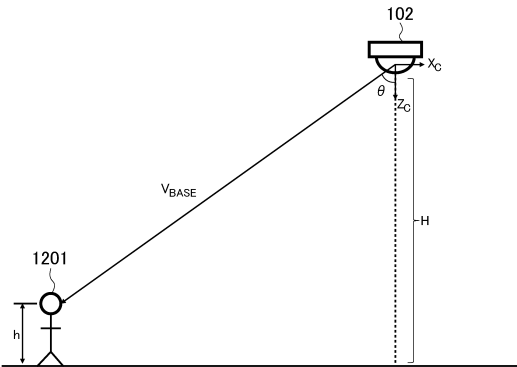
【図 10】



【図 11】



【図 12】



10

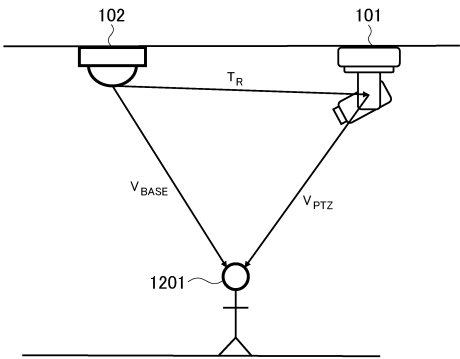
20

30

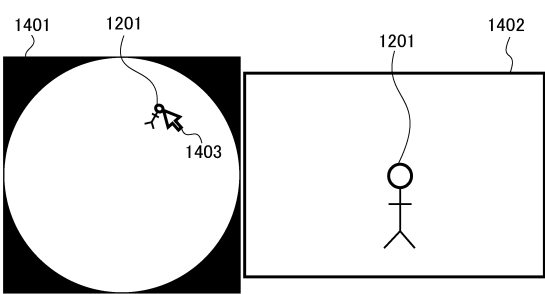
40

50

【図 13】



【図 14】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特表 2 0 1 3 - 5 2 7 9 9 8 (J P , A)
特開 2 0 1 3 - 2 3 1 6 0 7 (J P , A)
特開 2 0 1 6 - 1 0 5 5 7 7 (J P , A)
特表 2 0 1 0 - 5 2 0 5 6 5 (J P , A)
特表 2 0 1 1 - 5 0 7 7 1 4 (J P , A)
特表 2 0 1 4 - 5 2 0 3 5 1 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
G 0 1 B 1 1 / 0 0 - 1 1 / 3 0
G 0 6 T 7 / 7 0 - 7 / 8 0
H 0 4 N 7 / 1 8