

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5924295号
(P5924295)

(45) 発行日 平成28年5月25日 (2016. 5. 25)

(24) 登録日 平成28年4月28日 (2016. 4. 28)

(51) Int. Cl.			F I		
HO4R	3/00	(2006.01)	HO4R	3/00	320
GO1S	5/24	(2006.01)	GO1S	5/24	
HO4R	1/40	(2006.01)	HO4R	1/40	320A
GO1S	3/808	(2006.01)	GO1S	3/808	
HO4N	5/232	(2006.01)	HO4N	5/232	Z

請求項の数 8 (全 28 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2013-49093 (P2013-49093)
 (22) 出願日 平成25年3月12日 (2013. 3. 12)
 (65) 公開番号 特開2014-175996 (P2014-175996A)
 (43) 公開日 平成26年9月22日 (2014. 9. 22)
 審査請求日 平成25年3月12日 (2013. 3. 12)

(出願人による申告) 国等の委託研究の成果に係る特許出願 (平成21年度独立行政法人情報通信研究機構「高度通信・放送研究開発委託研究/革新的な三次元映像技術による超臨場感コミュニケーション技術の研究開発課題オ 超臨場感コミュニケーションシステム」、産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願)

(73) 特許権者 000000295
 沖電気工業株式会社
 東京都港区虎ノ門一丁目7番12号
 (74) 代理人 100090620
 弁理士 工藤 宣幸
 (74) 代理人 100161861
 弁理士 若林 裕介
 (74) 代理人 100180275
 弁理士 吉田 倫太郎
 (72) 発明者 徳満 昌之
 東京都港区虎ノ門一丁目7番12号 沖電気工業株式会社内

審査官 松田 直也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 パラメータ推定装置、パラメータ推定プログラム、機器決定システム及び機器決定プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数のカメラによって撮像された、空間配置された位置較正器を含む映像情報を用いて、グローバル座標系における1又は複数のマイクロホンの位置情報及び向きに関するパラメータを推定するパラメータ推定装置であって、

グローバル座標系における複数のカメラの位置情報及び向きと、上記複数のカメラによって撮像された上記位置較正器を含む映像情報とに基づいて、グローバル座標系における上記位置較正器の位置情報を測定する基準点測定手段と、

グローバル座標系において基準点とする上記位置較正器の位置情報と、音源とする上記位置較正器から発せられた音響の1又は複数のマイクロホンのそれぞれにおける相対的な到来方向を示す到来方向情報とを取得する情報取得手段と、

上記グローバル座標系での音源としての上記位置較正器の位置情報と、上記各マイクロホンにおける上記到来方向情報とに基づいて、上記各マイクロホンのグローバル座標系での位置情報及び向きに関するパラメータを推定するパラメータ推定手段と

を備えること特徴とするパラメータ推定装置。

【請求項2】

上記パラメータ推定手段が、

上記グローバル座標系の音源の位置情報と、上記各マイクロホンにおける上記到来方向情報とに基づいて、各マイクロホンのマイク座標系での音源の位置情報を任意の投影面に投影した対応点の位置情報を求め、複数のマイクロホンにおける上記対応点の位置情報

を用いて、上記各マイクロホンの位置情報及び向きに関するパラメータを推定するものである

ことを特徴とする請求項 1 に記載のパラメータ推定装置。

【請求項 3】

上記 1 又は複数のマイクのそれぞれの情報収集範囲を求める情報収集範囲取得手段を備えることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のパラメータ推定装置。

【請求項 4】

複数のカメラによって撮像された、空間配置された位置較正器を含む映像情報を用いて、グローバル座標系における 1 又は複数のマイクロホンの位置情報及び向きに関するパラメータを推定するパラメータ推定プログラムであって、

コンピュータを、

グローバル座標系における複数のカメラの位置情報及び向きと、上記複数のカメラによって撮像された上記位置較正器を含む映像情報とに基づいて、グローバル座標系における上記位置較正器の位置情報を測定する基準点測定手段、

グローバル座標系において基準点とする上記位置較正器の位置情報と、音源とする上記位置較正器から発せられた音響の 1 又は複数のマイクロホンのそれぞれにおける相対的な到来方向を示す到来方向情報とを取得する情報取得手段、

上記グローバル座標系での音源としての上記位置較正器の位置情報と、上記各マイクロホンにおける上記到来方向情報とに基づいて、上記各マイクロホンのグローバル座標系での位置情報及び向きに関するパラメータを推定するパラメータ推定手段

として機能させることを特徴とするパラメータ推定プログラム。

【請求項 5】

請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載のパラメータ推定装置としてのマイクパラメータ推定手段と、

少なくとも、上記マイクパラメータ推定手段により推定された 1 又は複数のマイクロホンの位置情報及び向きに関するパラメータを保持するマイクパラメータ保持手段と、

グローバル座標系で指定された位置情報を、上記各マイクロホンのマイク座標系における位置情報に変換して、指定された位置の情報を収集するマイクロホンを選択するマイクロホン選択手段と

を備えることを特徴とする機器決定システム。

【請求項 6】

1 又は複数のカメラに関するカメラパラメータを上記カメラ毎に保持するカメラパラメータ保持手段と、

グローバル座標系で指定された位置情報を、上記各カメラのカメラ座標系における位置情報に変換して、指定された位置の情報を収集するカメラを選択するカメラ選択手段と

を備えることを特徴とする請求項 5 に記載の機器決定システム。

【請求項 7】

上記マイクパラメータ保持手段が、1 又は複数のマイクロホンの情報収集範囲を保持するものであり、

上記マイクロホン選択手段が、上記各マイクロホンの情報収集範囲とする角度内に上記マイク座標系における指定位置が含まれており、上記各マイクロホンの情報収集範囲とする收音可能距離内に上記マイク座標系における指定位置があるか否かを判断して、情報収集可能なマイクロホンを選択するものである

ことを特徴とする請求項 5 又は 6 に記載の機器決定システム。

【請求項 8】

コンピュータを、

請求項 4 に記載のパラメータ推定プログラムとして機能させるマイクパラメータ推定手段、

少なくとも、上記マイクパラメータ推定手段により推定された 1 又は複数のマイクロホンの位置情報及び向きに関するパラメータを保持するマイクパラメータ保持手段、

10

20

30

40

50

グローバル座標系で指定された位置情報を、上記各マイクロホンのマイク座標系における位置情報に変換して、指定された位置の情報を収集するマイクロホンを選択するマイクロホン選択手段

として機能させることを特徴とする機器決定プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、パラメータ推定装置、パラメータ推定プログラム、機器決定システム及び機器決定プログラムに関し、例えば、空間的に配置された撮像機器や収音機器のパラメータをキャリブレーションするシステム及び方法に適用し得るものである。

10

【背景技術】

【0002】

例えば、空間的に複数のカメラや複数のマイク等が任意に配置され、カメラが撮像した映像（以下、静止画像、動画像等を含むものを映像と呼ぶ）の情報や、マイクが収音した音響（以下、音、音声、音響を含むものを音響と呼ぶ）等の情報を用いて、その空間状況を認識する技術がある。

【0003】

空間内における任意の場所（位置座標）の状況を知るためには、その場所を撮像するカメラやその場所の音響を収音するマイクを指定することが必要となる。しかし、任意に配置されているカメラやマイク等の機器の位置（位置座標）や向きを認識することは極めて

20

難しい。従来、空間内の指定した位置（位置座標）の状況を認識するために、特許文献1～特許文献3、非特許文献1等のような技術がある。

【0004】

特許文献1では、例えば、遠隔地において、所定の画像を表示するディスプレイをカメラで撮影し、そのカメラで撮影した画像において被制御装置の表示領域を同定するなど技術が記載されており、同定された位置を指定することで、指定した位置の装置を指示できるというものである。

【0005】

特許文献2の記載技術は、あらかじめ設置位置や向き等のカメラパラメータが設定された複数のカメラを遠隔地に配置しておき、その遠隔地の様子を表示する地図上の1点を指定すると、その指定点を撮影しているカメラが選択され、そのカメラが写し出す映像を見ることができるといものである。

30

【0006】

特許文献3では、カメラの相互の位置や向きの相対関係を自動的に決定する技術が記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2006-277283号公報

【特許文献2】特開2001-094860号公報

【特許文献3】特開2009-124204号公報

40

【非特許文献】

【0008】

【非特許文献1】マルチカメラシステムによる全方位動画像からのカメラ外部パラメータの復元、情報処理学会研究報告、CVIM、[コンピュータビジョンとイメージメディア]2003(109)、95-102、2003-11-06

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

しかしながら、上述した従来技術は、以下のような問題が生じ得る。

50

【0010】

特許文献1の記載技術により位置が指定できるのは、キャリブレーションされた限定的な対象物である。それら限定的な対象物は、特許文献1では被制御装置と呼ばれている。被制御装置は、再帰性反射素材を用いて外部からの光を反射するもの、所定の光や音や電磁波のうちの少なくともいずれかを発するもの、あらかじめ形状がわかっているもの、所定の画像を表示するもの等のように、その性質があらかじめ判っている必要がある。

【0011】

しかし、特許文献1に記載の方法で指定可能な場所は、上述の被制御装置の同定された場所に限られ、遠隔地の任意の場所(位置座標)を指定して、その場所に関する情報を取得することができないという問題がある。

10

【0012】

特許文献2の記載技術は、複数のカメラ毎にカメラの位置座標及びカメラの向きをテーブルにあらかじめ設定しておく必要がある。また、特許文献2の記載技術は、遠隔地の映像情報を取得することはできるが、音響情報を取得することはできない。音響情報も取得するためには、遠隔地にカメラだけでなく、複数のマイクを配置し、そのマイクの配置位置や收音範囲などの情報をあらかじめ設定し、カメラやマイクの配置情報を事前に用意することで、地図上の座標指定に基づき、必要なカメラやマイクを選択し、カメラやマイクからの情報に基づいて指定した場所に関する情報を取得するシステムを考えられる。このような方法によれば、遠隔地の任意の場所の座標を指定し、その場所を撮影しているカメラや、その場所の音響を收音しているマイクを選択することが可能となり得る。

20

【0013】

しかし、特許文献2の記載技術を適用するために、カメラやマイクが遠隔地のどの場所に設置されているか、またどの向きに設置されているかといった設置の位置座標と向きに関する情報が予め判っている必要がある。これらカメラやマイクの設置に係る位置座標及び向きの情報は、例えば、カメラやマイクを遠隔地に設置する際に、全部の機器の設置場所の座標を物差しで計り、またその方向を分度器などで測定することで取得するという方法が考えられる。このような作業は非常に煩雑であり、また、手作業で行うため、作業に誤りが生じ得るという問題がある。特に、遠隔地の複数の場所から情報を取得するために、それぞれの場所に多数の機器を配置する場合には、手作業による誤りの入る可能性が高くなり、実用的では無い。

30

【0014】

また、特許文献2の記載技術は、遠隔地におけるカメラの配置に関して、あらかじめ定めた情報を用いるか、又は位置のわかっているカメラの撮影している映像を見ながらひとつずつ遠隔操作で向きだけを変えて、適切な向きになった時点でその向きの情報を設定情報として記憶させるということを述べている。この場合、カメラの個数が非常に多くなると操作が非常に煩雑になる。

【0015】

特許文献3の記載技術によれば、例えば2個のカメラのうち、一方のカメラの位置座標や向きがわかっているれば、他方のカメラの位置座標や向きを自動的に求めることができる。多数のカメラが配置されている場合でも、上記の操作を他のカメラについて繰り返し行うことで、すべてのカメラの位置座標や向きを求めることができる。そのため、カメラの位置座標や向きを収集するための煩雑さが低減し、誤りも少なくなると考えられる。

40

【0016】

しかし、特許文献3の記載技術は、マイクの絶対的な位置座標や向きの収集する手段若しくはカメラとマイクとの間の相対関係を決定する手段については言及されていないため、マイクの位置や方向の情報を取得するのは人手に頼る必要があり、非常に煩雑かつ誤りが生じ得る。

【0017】

そのため、空間的に配置されるカメラやマイクのグローバル座標上の位置や向きを調べる際に、その作業の煩雑さや手作業による誤りを回避することができるパラメータ推定装

50

置、パラメータ推定プログラム、機器決定システム及び機器決定プログラムが求められている。

【課題を解決するための手段】

【0018】

かかる課題を解決するために、第1の本発明は、複数のカメラによって撮像された、空間配置された位置較正器を含む映像情報を用いて、グローバル座標系における1又は複数のマイクロホンの位置情報及び向きに関するパラメータを推定するパラメータ推定装置であって、(1)グローバル座標系における複数のカメラの位置情報及び向きと、複数のカメラによって撮像された位置較正器を含む映像情報とに基づいて、グローバル座標系における位置較正器の位置情報を測定する基準点測定手段と、(2)グローバル座標系において基準点とする位置較正器の位置情報と、音源とする位置較正器から発せられた音響の1又は複数のマイクロホンのそれぞれにおける相対的な到来方向を示す到来方向情報とを取得する情報取得手段と、(3)グローバル座標系での音源としての位置較正器の位置情報と、各マイクロホンにおける到来方向情報とに基づいて、各マイクロホンの相対的な位置情報及び向きに関するパラメータを推定するパラメータ推定手段とを備えることを特徴とするパラメータ推定装置である。

10

【0019】

第2の本発明は、複数のカメラによって撮像された、空間配置された位置較正器を含む映像情報を用いて、グローバル座標系における1又は複数のマイクロホンの位置情報及び向きに関するパラメータを推定するパラメータ推定プログラムであって、コンピュータを、(1)グローバル座標系における複数のカメラの位置情報及び向きと、複数のカメラによって撮像された位置較正器を含む映像情報とに基づいて、グローバル座標系における位置較正器の位置情報を測定する基準点測定手段、(2)グローバル座標系において基準点とする位置較正器の位置情報と、音源とする位置較正器から発せられた音響の1又は複数のマイクロホンのそれぞれにおける相対的な到来方向を示す到来方向情報とを取得する情報取得手段、(3)グローバル座標系での音源としての位置較正器の位置情報と、各マイクロホンにおける到来方向情報とに基づいて、各マイクロホンのグローバル座標系での位置情報及び向きに関するパラメータを推定するパラメータ推定手段として機能させることを特徴とするパラメータ推定プログラムである。

20

【0020】

第3の本発明は、(1)第1の本発明に係るパラメータ推定装置としてのマイクパラメータ推定手段と、(2)少なくとも、マイクパラメータ推定手段により推定された1又は複数のマイクロホンの位置情報及び向きに関するパラメータを保持するマイクパラメータ保持手段と、(3)グローバル座標系で指定された位置情報を、各マイクロホンのマイク座標系における位置情報に変換して、指定された位置の情報を収集するマイクロホンを選択するマイクロホン選択手段とを備えることを特徴とする機器決定システムである。

30

【0021】

第4の本発明は、コンピュータを、(1)第2の本発明に係るパラメータ推定プログラムとして機能させるマイクパラメータ推定手段、(2)少なくとも、マイクパラメータ推定手段により推定された1又は複数のマイクロホンの位置及び向きに関するパラメータを保持するマイクパラメータ保持手段、(3)グローバル座標系で指定された位置情報を、各マイクロホンのマイク座標系における位置情報に変換して、指定された位置の情報を収集するマイクロホンを選択するマイクロホン選択手段として機能させることを特徴とする機器決定プログラムである。

40

【発明の効果】

【0022】

本発明によれば、空間的に配置されるカメラやマイクのグローバル座標上の位置や向きを調べる際に、その作業の煩雑さや手作業による誤りを回避することができる。

【図面の簡単な説明】

【0023】

50

【図 1】実施形態に係るキャリブレーションシステムの全体構成を示す構成図である。

【図 2】実施形態に係るパラメータ推定器の内部構成を示す内部構成図である。

【図 3】実施形態に係る視聴点指示器の内部構成を示す内部構成図である。

【図 4】実施形態に係る音・映像位置較正器の外観構成を示す外観図である。

【図 5】実施形態に係るパラメータ推定器によるカメラ及びマイクの位置座標及び向き
の推定処理を示すフローチャートである。

【図 6】実施形態に係るパラメータ推定器によるカメラの位置座標及び向き
の推定処理を説明するフローチャートである。

【図 7】実施形態に係るパラメータ推定器によるマイクの位置座標及び向き
の推定処理を説明するフローチャートである。

10

【図 8】実施形態に係る光線交差法を用いて音・映像位置較正器のグローバル座標系
での位置座標を測定する方法を説明する説明図である。

【図 9】実施形態に係るマイクのパラメータの P n P 問題を説明する説明図である
(その 1)。

【図 10】実施形態に係るマイクのパラメータの P n P 問題を説明する説明図
である(その 2)。

【図 11】実施形態に係るパラメータ保持器に保存されるカメラの各種パラメータ
を説明する説明図である。

【図 12】実施形態に係るパラメータ保持器に保存されるマイクの各種パラメータ
を説明する説明図である。

20

【図 13】実施形態に係るカメラ及びマイクの情報収集範囲を説明する説明図
である(その 1)。

【図 14】実施形態に係るカメラ及びマイクの情報収集範囲を説明する説明図
である(その 2)。

【図 15】実施形態に係るカメラ及びマイクの情報収集範囲を説明する説明図
である(その 3)。

【図 16】実施形態に係るパン・チルトの機能を説明する説明図である(その 1)。

【図 17】実施形態に係るパン・チルトの機能を説明する説明図である(その 2)。

【図 18】実施形態に係るパン・チルトの機能を説明する説明図である(その 3)。

【図 19】実施形態に係る視聴点指示器による指定位置の情報を収集可能なカメラ
及びマイク
の選択処理の全体的な手順を示すフローチャートである。

30

【図 20】実施形態に係る視聴点指示器によるカメラの選択処理を説明する
フローチャートである。

【図 21】実施形態に係る視聴点指示器によるマイクの選択処理を説明する
フローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0024】

(A) 主たる実施形態

以下では、本発明のパラメータ推定装置、パラメータ推定プログラム、機器決定システム
及び機器決定プログラムの主たる実施形態を、図面を参照しながら詳細に説明する。

40

【0025】

(A-1) 実施形態の構成

図 1 は、実施形態に係るキャリブレーションシステム 100 の全体構成を示す構成図
である。

【0026】

図 1 において、実施形態に係るキャリブレーションシステム 100 は、複数のカメラ
101-1 ~ 101-n (n は整数)、複数のマイクロホン(以下、マイクと呼ぶ) 102-1 ~ 102-m
(m は整数)、パラメータ推定器 103、パラメータ保持器 104、視聴点指示器 105 を有する。

【0027】

50

キャリブレーションシステム100は、音・映像位置較正器200を利用して、空間上の座標系（以下、グローバル座標系と呼ぶ）でのカメラ101-i（1 ≤ i ≤ n）及びマイク102-j（1 ≤ j ≤ m）の位置座標及び向きに関する情報（パラメータ）を推定して保持しておき、空間内の任意の場所を指定し、その指定された場所を撮像するカメラ101-i及びその指定された場所の音響を收音するマイク102-jを決定して、その指定された場所の画像及び音響を取得するものである。

【0028】

カメラ101-iは、空間内において任意の位置に配置されるものであり、撮像した撮像した撮像画像情報を、接続しているパラメータ推定器103に与えるものである。後述するパラメータ推定部103が、グローバル座標系におけるカメラ101-iの位置座標及び向きに関する情報を推定する際、カメラ101-iは、カメラ座標系で撮像した音・映像位置推定器200を含む撮像画像情報をパラメータ推定器103に与える。

10

【0029】

マイク102-jは、空間内において任意の位置に配置されるものであり、收音した音響情報を、接続しているパラメータ推定部103に与えるものである。

【0030】

また、マイク102-jは、例えばマイクロホンアレーなどのように、音源の到来方向を特定する機能を有するものである。なお、後述するパラメータ推定部103が、グローバル座標系におけるマイク102-iの位置座標及び向きに関する情報を推定する際、マイク102-iは、後述する音・映像位置推定器200が発した音響を收音し、マイク座標系での音源の座標を含む音響情報をパラメータ推定器103に与える。

20

【0031】

パラメータ推定器103は、グローバル座標系におけるカメラ101-iの位置座標及び向きに関する情報を、他のカメラ101-iとの相対的な位置関係に基づいて推定するものである。また、パラメータ推定器103は、グローバル座標系におけるマイク102-jの位置座標及び向きに関する情報を、他のマイク102-jとの相対的な位置関係に基づいて推定するものである。パラメータ推定器103は、推定したグローバル座標系でのカメラ101-i及びマイク102-jの位置座標及び向きに関する情報をパラメータ保持器104に保存するものである。

【0032】

図2は、パラメータ推定器103の内部構成を示す内部構成図である。パラメータ推定器103は、例えば、CPU、ROM、RAM、EEPROM、入出力インタフェース等を有するものであり、CPUがROMに格納される処理プログラムを実行することにより、所定の処理を実現することができる。

30

【0033】

図2において、パラメータ推定器103は、大別して、カメラパラメータ推定部310と、マイクパラメータ推定部320とを有する。

【0034】

カメラパラメータ推定部310は、カメラ101-iからカメラ座標系での音・映像位置較正器200を含む撮像画像情報を取得し、各カメラ101-iの撮像画像情報に基づいて、複数のカメラ101-iの相対的な関係から各カメラ101-iの位置座標及び向きに関する情報を推定するものである。カメラパラメータ推定部310は、その機能部として、カメラ位置座標・向き情報推定部311、カメラ撮影範囲情報取得部312、カメラパラメータ保存部313を有する。なお、カメラパラメータ推定部310によるカメラ101-iの位置座標及び向きの推定処理の詳細な説明は動作の項で説明する。

40

【0035】

マイクパラメータ推定部320は、マイク102-jからマイク座標系での音・映像位置較正器200の位置座標を含む音響情報を取得し、各カメラ101-iの撮像画像情報とパラメータ保持器104に保存されているカメラパラメータからグローバル座標系での音・映像位置較正器200の位置座標を取得し、取得したマイク座標系での音・映像位

50

置較正器 200 の位置座標を含む音響情報と取得したグローバル座標系での音・映像位置較正器 200 の位置座標から、グローバル座標系での各マイク 102 - j の位置座標及び向きに関する情報を推定するものである。マイクパラメータ推定部 320 は、その機能部として、マイク位置座標・向き情報推定部 321、マイク收音範囲情報取得部 322、マイクパラメータ保存部 323 を有する。なお、マイクパラメータ推定部 320 によるマイク 102 - j の位置座標及び向きの推定処理の詳細な説明は動作の項で説明する。

【0036】

パラメータ保持器 104 は、パラメータ推定器 103 により推定されたカメラ 101 - i のカメラパラメータ及びマイク 102 - j のマイクパラメータを保持するものである。

【0037】

視聴点指示器 105 は、カメラ 101 - i 及びマイク 102 - j が配置されている空間において指定された場所（位置座標）の映像を撮像するカメラ 101 - i 及び音響を收音するマイク 102 - j を選定するものである。

【0038】

図 3 は、視聴点指示器 105 の内部構成を示す内部構成図である。視聴点指示器 105 は、例えば、CPU、ROM、RAM、EEPROM、入出力インタフェース等を有するものであり、CPU が ROM に格納される処理プログラムを実行することにより、所定の処理を実現することができる。

【0039】

図 3 において、視聴点指示器 105 は、視聴点指定取得部 401、カメラ選定部 402、マイク選定部 403 を有する。なお、視聴点指示器 105 によるカメラ 101 - i 及びマイク 102 - j の選定方法の詳細な説明は動作の項で詳細に説明する。

【0040】

音・映像位置較正器 200 は、カメラ 101 - i 及びマイク 102 - j のグローバル座標系での位置座標及び向きに関する情報を推定する際に、その基準マーク又は音源とするものである。

【0041】

図 4 は、音・映像位置較正器 200 の外観構成を示す外観図である。図 4 に示すように、音・映像位置較正器 200 は、映像提示部 201 と、音響発生部 202 とを有する。

【0042】

映像提示部 201 は、例えば、予め決められた映像を表示したり、又は光の点灯又は光の点滅をしたりするものである。映像提示部 201 が提示した映像や光の明滅等をカメラ 101 - i が撮像し、その撮像画像情報がパラメータ推定器 103 に与えられる。

【0043】

音響発生部 202 は、例えば、予め決められた周波数の音の出力、予め決められた音階パターンの出力等を行うものである。音響発生部 202 が発した音響をマイク 102 - j が收音する。

【0044】

(A-2) 実施形態の動作

次に、実施形態に係るキャリブレーションシステム 100 における処理の動作を、図面を参照しながら詳細に説明する。

【0045】

(A-2-1) カメラ位置座標及び向きに関する情報の説明

まず、パラメータ推定器 103 のカメラパラメータ推定部 310 によるカメラの位置座標及び向きに関する情報について説明する。なおカメラパラメータ推定部 310 においてカメラパラメータをパラメータ保持器 104 に保持する動作はカメラパラメータ保存部 313 によって行われる。

【0046】

ここでは、グローバル座標系の基準点 V が、カメラ 101 - i に撮像素子上の画素位置に映っている状況を考える。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 7 】

基準点Vのグローバル座標系での位置座標が $(gX, gY, gZ)^T$ であるとし、カメラ101-iの撮像素子上の画素位置が $(CP_i u, CP_i v)$ であるとする。

【 0 0 4 8 】

グローバル座標系の基準点Vの位置座標とカメラ座標系の基準点Vの位置座標との関係は、一般に射影変換で表すことができ、式(1)のような関係にある。

【数1】

$$w \begin{pmatrix} CP_i u \\ CP_i v \\ 1 \end{pmatrix} = {}^{CP_i}_{C_i} A \left({}^{C_i}_{g} R \mid {}^{C_i}_{g} T \right) \begin{pmatrix} gX \\ gY \\ gZ \\ 1 \end{pmatrix} \quad \dots (1) \quad 10$$

【 0 0 4 9 】

ここで、 w は媒介変数である。 ${}^{C_i}_{g} R$ はカメラ101-iについて空間での回転を表す 3×3 行列である。なお、表記上の制限のため、 R 、 A の表記は式(1)の表記と異なる点に留意されたい。

20

【 0 0 5 0 】

${}^{C_i}_{g} T$ は、カメラ101-iについての空間内での平行移動を表す3次元ベクトルである。 $({}^{C_i}_{g} R \mid {}^{C_i}_{g} T)$ は、3行 \times 4列の行列となる。

【 0 0 5 1 】

ここで、 ${}^{CP_i}_{C_i} A ({}^{C_i}_{g} R \mid {}^{C_i}_{g} T)$ は、カメラ101-iのカメラパラメータと呼ばれるものである。 ${}^{CP_i}_{C_i} A$ は、カメラ101-iの内部パラメータと呼ばれ、カメラ101-i自体の光学系の特性を表すものである。 $({}^{C_i}_{g} R \mid {}^{C_i}_{g} T)$ は、カメラ101-iの外部パラメータと呼ばれるものである。特に、 ${}^{C_i}_{g} R$ はグローバル座標系でのカメラ101-iの向きを表し、 ${}^{C_i}_{g} T$ はカメラ101-iの位置座標を表すものである。

30

【 0 0 5 2 】

グローバル座標系の基準点Vとそれに対応する撮像素子上の画素位置との組が複数ある場合、カメラパラメータ ${}^{CP_i}_{C_i} A$ 、 ${}^{C_i}_{g} R$ 、 ${}^{C_i}_{g} T$ を推定する問題は、PnP (Perspective n-Point Problem) 問題と呼ばれている。一般的にPnP問題は、6点以上の基準点とそれに対応する画素位置が分かれば、最小二乗法によってカメラパラメータを推定することができる(非特許文献1参照)。

【 0 0 5 3 】

なお、カメラ101-iのレンズが無歪であれば、カメラパラメータ ${}^{CP_i}_{C_i} A$ は、式(2)と表すことができる。

【数2】

$${}^{CP_i}_{C_i} A = \begin{pmatrix} f_x & 0 & C_x \\ 0 & f_y & C_y \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad \dots (2) \quad 40$$

【 0 0 5 4 】

ここで、 $(C_x, C_y)^T$ は、撮影画像の画像中心座標である。 f_x はx軸方向のスケール変換を表し、 f_y はy軸方向のスケール変換を表す。

50

【 0 0 5 5 】

(A - 2 - 2) カメラ及びマイクの位置座標及び向き の 推定手順

図 5 は、パラメータ推定器 1 0 3 によるカメラ 1 0 1 - i 及びマイク 1 0 2 - j の位置座標及び向き の 推定処理を示すフローチャートである。

【 0 0 5 6 】

図 5 において、パラメータ推定器 1 0 3 は、グローバル座標系におけるカメラ 1 0 1 - i の位置座標及び向きを推定し (S 1 0 0)、次に、グローバル座標系におけるマイク 1 0 2 - j の位置座標及び向きを推定する (S 2 0 0)。

【 0 0 5 7 】

(A - 2 - 3) カメラの位置座標及び向き の 推定手順

図 6 は、パラメータ推定器 1 0 3 のカメラパラメータ推定部 3 1 0 によるカメラ 1 0 1 - i の位置座標及び向き の 推定処理を説明するフローチャートである。

【 0 0 5 8 】

カメラパラメータ推定部 3 1 0 は、カメラ位置座標・向き情報推定部 3 1 1 によって、空間におけるカメラ 1 0 1 - i の位置座標及び向きを推定する。この推定方法は、種々の方法を広く適用することができるが、例えば、複数のカメラ 1 0 1 - i の間の相対的な関係に基づいてそれぞれの位置情報及び向きを推定する方法を適用することができる。例えば、この相対的な関係に基づいてカメラ 1 0 1 - i の位置情報及び向きを推定する方法の一例としては、特許文献 3 に記載される技術を適用することができる。

【 0 0 5 9 】

図 6 を用いて、カメラ位置座標・向き情報推定部 3 1 1 によるカメラ 1 0 1 - i の位置座標及び向きを推定する詳細な手順を説明する。

【 0 0 6 0 】

まず、空間に配置されるカメラ 1 0 1 - 1 ~ 1 0 1 - n のうち、少なくとも 1 台のカメラ 1 0 1 - i のグローバル座標系での位置座標及び向きを測定しておく。すなわち、少なくとも 1 台のカメラ 1 0 1 - i の位置座標及び向きに関する情報として、当該カメラ 1 0 1 - i の外部パラメータ $C_i R g$ および $C_i T$ を測定しておく。

【 0 0 6 1 】

なお、ここでは、カメラ 1 0 1 - i の内部パラメータ $C P_i A C_i$ は、予め分かっているものとし、例えばパラメータ保持器 1 0 4 に保存されているものとする。

【 0 0 6 2 】

カメラ位置座標・向き情報推定部 3 1 1 は、グローバル座標系で既に位置座標及び向きが推定されているカメラ (ここでは、カメラ A と呼ぶ) を選択する (S 1 0 1)。

【 0 0 6 3 】

次に、カメラ位置情報・向き情報推定部 3 1 1 は、位置座標及び向きが推定されていないカメラ (ここでは、カメラ B と呼ぶ) を選択する (S 1 0 2)。つまり、カメラ位置情報・向き情報推定部 3 1 1 は、既に位置座標及び向きが推定されているカメラ A と、未推定のカメラ B とを選択する。

【 0 0 6 4 】

カメラ位置情報・向き情報推定部 3 1 1 は、カメラ A とカメラ B との相対的な関係に基づいて、カメラ B の位置座標及び向きを推定する (S 1 0 3)。

【 0 0 6 5 】

つまり、カメラ位置情報・向き情報推定部 3 1 1 は、例えば特許文献 3 に記載される技術を利用する。詳細な技術的な内容は省略するが、パラメータ推定器 3 は、カメラ A の撮像画面における基準点 (特徴的な画像) の位置座標及び向きと、カメラ B の撮像画面における基準点 (カメラ A が撮影した基準点と同一又は類似する特徴的な画像) の位置座標及び向きとを抽出する。例えば、カメラ A 及びカメラ B の撮像画面における基準点は、音・映像位置較正器 2 0 0 の映像とすることができる。

【 0 0 6 6 】

次に、カメラ位置情報・向き情報推定部 3 1 1 は、カメラ A の撮像画像における基準点

10

20

30

40

50

の位置座標及び向きを逆投影変換して、当該基準点のグローバル座標系の位置座標及び向きを求める。そして、カメラ位置情報・向き情報推定部311は、当該基準点のグローバル座標系の位置座標と、カメラBの撮像画面における基準点の位置座標とを用いて、式(1)よりカメラBの外部パラメータ C_{iRg} および C_{iT} を推定する。すなわち、これにより、カメラAとカメラBとの間の相対的な位置関係を推定できる。

【0067】

カメラAの位置と向きがグローバル座標系で既知であるため、相対的な位置関係のわかったカメラBのグローバル座標系での位置も一意に定まる。相対的な位置関係がわかったというのは、カメラAとカメラBとの間の位置ベクトル P_{AB} が求まったことになる。カメラAのグローバル座標系での位置ベクトルを POS_A とし、カメラBのカメラAに対する位置ベクトルを POS_{AB} とすると、カメラBのグローバル座標系での位置ベクトル POS_B は、 $Pos_A + POS_{AB}$ になる。

10

【0068】

同様に、カメラAのグローバル座標系での向きを表すベクトルを Dir_A とし、カメラBのカメラAに対する相対的な向きを表すベクトルを Dir_{AB} とすると、グローバル座標系でのカメラBの向き Dir_B は $Dir_A + Dir_{AB}$ となる。

【0069】

カメラ位置情報・向き情報推定部311は、全てのカメラ $101-1 \sim 101-n$ について位置座標及び向きを推定したか否かを判断し、全てのカメラ $101-1 \sim 101-n$ の位置座標及び向きを推定するまで、 $S101 \sim S103$ の処理を繰り返し行う。そして、全てカメラ $101-1 \sim 101-j$ の位置座標及び向きが推定されると、パラメータ推定部103は処理を終了する。

20

【0070】

(A-2-4)マイクの位置座標及び向きの推定手順

図7は、パラメータ推定器103のマイクパラメータ推定部320によるマイク $102-i$ の位置座標及び向きの推定処理を説明するフローチャートである。なおマイクパラメータ推定部320においてマイクパラメータをパラメータ保持器104に保持する動作はマイクパラメータ保存部323によって行われる。

【0071】

マイクパラメータ推定部のマイク位置座標・向き情報推定部321は、空間におけるマイク $102-i$ の位置座標及び向きを推定する。

30

【0072】

まず、マイク位置座標・向き情報推定部321では、空間において音・映像位置較正器200を適切な位置に固定した状態で($S201$)、音・映像位置較正器200のグローバル座標系での位置座標を測定する($S202$)。

【0073】

音・映像位置較正器200のグローバル座標系での位置座標の測定方法は、種々の方法を適用できるが、例えば以下のような方法を適用することができる。

【0074】

例えば、カメラ $101-1 \sim 101-n$ のうち少なくとも2台のカメラが音・映像位置較正器200を撮影できる位置に動かし、音・映像位置較正器200を固定する。このとき、音・映像位置較正器200は、映像提示部201が所定の映像情報を提示するようにしておく。

40

【0075】

そして、マイク位置座標・向き情報推定部321は、少なくとも2台のカメラが音・映像位置較正器200を撮像した撮像映像情報を取得し、少なくとも2台のカメラの撮像映像情報と、少なくとも2台のカメラのグローバル座標系での位置座標及び向きとに基づいて、光線交差法を用いて、音・映像位置較正器200の位置座標を測定する。

【0076】

マイク位置座標・向き情報推定部321が、光線交差法を用いて、音・映像位置較正器

50

200のグローバル座標系での位置座標を測定する方法を図8を用いて説明する。

【0077】

図8において、2個のカメラをカメラC X 601、カメラC Y 602とする。図8において、カメラC X 601、カメラC Y 602はグローバル座標系での位置座標及び向きが分かっている。そのため、カメラC X 601及びカメラC Y 602の撮像画像に写っている物体（音・映像位置較正器200）が、それぞれのカメラC X 601及びカメラC Y 602から見てどの方向にあるかがわかる。これは、グローバル座標系でカメラC X 601、カメラC Y 602と、その物体（音・映像位置較正器200）とを通る直線が決定できるということである。光線交差法は、それぞれのカメラC X 601、カメラC Y 602から、その写っている物体（音・映像位置較正器200）に伸ばした直線が交差する点に物体（音・映像位置較正器200）があると判断するものである。

10

【0078】

従って、マイク位置座標・向き情報推定部321は、カメラC X 601及びカメラC Y 602のグローバル座標系での位置座標と、カメラC X 601及びカメラC Y 602のグローバル座標系での向きとに基づき、それぞれのカメラC X 601及びカメラC Y 602からの直線が交差する点を、音・映像位置較正器200のグローバル座標系での位置座標とする。

【0079】

次に、手順S202で、グローバル座標上の位置座標を測定した音・映像位置較正器200を音源とする。このとき、音・映像位置較正器200は、音響発生器202が所定の音響を発する。

20

【0080】

マイク102-1~102-mは、マイクに対して相対的にどの方向から音響が到来しているかを推定できる機能を有しており、この音響の到来方向を含む音響情報をマイク位置座標・向き情報推定部321に与える。

【0081】

マイク位置座標・向き情報推定部321は、マイク102-1~102-mからの音響情報を取得し、マイク102-iのグローバル座標系での位置座標及び向きを推定する（S203）。

【0082】

ここで、マイク102-jの向きと位置座標が、カメラ101-iのPnP問題と同等に取り扱えることに関して説明する。

30

【0083】

音源の位置座標をグローバル座標系で $(gX, gY, gZ)T$ とする。また、マイク102-jのマイク座標系での同じ音源の座標を (M_jx, M_jy, M_jz) とする。

【0084】

マイク102-jは音源の方向が分かっている。つまり、これは、図9に示すように、平面状のマイク102-jを考えたときに、マイク102-jの平面の水平方向に Xm 軸、 Ym 軸をとり、マイク102-jの平面の垂直方向に Zm 軸をとる。このとき、 Zm 軸と原点Oとベクトル $(M_jx, 0, M_jz)$ のなす角 θ と、 Zm 軸と原点Oとベクトル $(0, M_jy, M_jz)$ のなす角 ϕ が判る。従って、 θ は式(3)の関係にあり、 ϕ は式(4)の関係にある。

40

【0085】

一方、音源のグローバル座標系の位置座標 $(gX, gY, gZ)T$ と、マイク102-jのマイク座標系での位置座標 (M_jx, M_jy, M_jz) との間には、空間の回転行列 M_jRg と平行移動を表すベクトル M_jT を用いると、式(5)と表す関係がある。

【数4】

$$\begin{pmatrix} {}^{M-j}x \\ {}^{M-j}y \\ {}^{M-j}z \end{pmatrix} = {}^{M-j}R_g \bullet \begin{pmatrix} {}^gX \\ {}^gY \\ {}^gZ \end{pmatrix} + {}^{M-j}T \quad \dots (5)$$

【0086】

10

ここで、図10に示すように、マイク座標系の $X_m - Y_m$ 平面に平行な平面Fを考える(図8)。平面Fはマイク座標系の Z_m 軸と $Z_m = f$ で交わるものとする。 f の値は任意とする。この平面Fと、マイク座標系の原点と音源とを結ぶ直線の交わる点を点Qとし、点Qの平面F上の座標を (x_q, y_q) とする。

【0087】

そうすると、平面F上の座標 (x_q, y_q) と、音源のグローバル座標系の位置座標 $({}^gX, {}^gY, {}^gZ)$ Tとの間には、式(6)及び式(7)の関係にある

【数5】

$$w \begin{pmatrix} x_q \\ y_q \\ 1 \end{pmatrix} = {}^{MP-j}A_{M-j} \left({}^{M-j}R_g \mid {}^{M-j}T \right) \begin{pmatrix} {}^gX \\ {}^gY \\ {}^gZ \\ 1 \end{pmatrix} \quad \dots (6)$$

20

$${}^{MP-j}A_{M-j} = \begin{pmatrix} f & 0 & 0 \\ 0 & f & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad \dots (7)$$

30

(ただしwは媒介変数)

【0088】

一方、図10において、マイク102-jの代わりに仮想的にカメラsを置いたと仮定する。そして、音源位置を基準点とする。カメラsの光軸を Z_m 軸とした場合に、撮影された画像上の位置 (CP_Su, CP_S) Tに基準点が写るものとする。

【0089】

40

そのとき、 (CP_Su, CP_S) Tと、音源のグローバル座標系の位置座標 $({}^gX, {}^gY, {}^gZ)$ Tとの関係は、 CP_SAC_S を仮想的なカメラsの内部パラメータとすると、式(1)と式(2)より、式(8)及び式(9)と表すことができる。

【数6】

$$w \begin{pmatrix} {}^{CP-S}u \\ {}^{CP-S}v \\ 1 \end{pmatrix} = {}^{CP-S}_{C-S}A \left({}^{C-S}_gR \mid {}^{C-S}T \right) \begin{pmatrix} {}^gX \\ {}^gY \\ {}^gZ \\ 1 \end{pmatrix} \quad \dots (8)$$

ただし、

$${}^{CP-S}_{C-S}A = \begin{pmatrix} f_x & 0 & C_x \\ 0 & f_y & C_y \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad \dots (9)$$

(wは媒介変数)

【0090】

式(9)の ${}^{CP-S}_{C-S}A$ は、式(10)としたものが、式(6)の $M_{-j} A m M_{-j}$ である。

【数7】

$$\left. \begin{aligned} f_x &= f \\ f_y &= f \\ C_x &= 0 \\ C_y &= 0 \end{aligned} \right\} \quad \dots (10)$$

【0091】

つまり、マイク102-jは内部パラメータが $M_{-j} A m M_{-j}$ であるカメラであるとみなすことができる。カメラであれば、PnP問題としてそのカメラパラメータを求めることができる。すなわち、グローバル座標系で位置のわかっている基準点として音源を用い、それに対応する (x_q, y_q) が取得でき、前述したように、これらが6組以上収集できれば、PnP問題を解くことで、変換行列 $M_{-j} R g$ 、 $M_{-j} T$ を求めることができる。

【0092】

ところで、図10において、明らかに、角度 θ 及び角度 ϕ は、式(11)及び式(12)の関係にある。ここで、 f は任意でよいため、 $f = 1$ とすると、角度 θ 及び角度 ϕ は式(13)及び式(14)の関係にある。

【数 8】

$$x_q/f = \tan \theta \quad \dots(11)$$

$$y_q/f = \tan \delta \quad \dots(12)$$

$$x_q = \tan \theta \quad \dots(13)$$

$$y_q = \tan \delta \quad \dots(14)$$

10

【0093】

従って、マイク上で音源からの音響の到来方向(,)が判っていれば、(x_q , y_q)が判ることになる。すなわち、変換行列 M_{jRg} 、 M_{jT} を求めるためには、基準点となる音源のグローバル座標系の位置座標(gX , gY , gZ) T とその音源のマイク上での到来方向(,)の組が6組以上あればよい。

【0094】

つまり、各マイク102-jは、音・映像位置較正器200を音源として、その音響の到来方向を測定する(S203)。そして、各マイク102-jは、音響の到来方向(,)とそのときの音源の位置(X , Y , Z)とを含む音響情報をマイク位置座標・向き情報推定部321に与える。マイク位置座標・向き情報推定部321は、各マイク102-jから取得した音響の到来方向(,)とそのときの音源の位置座標(X , Y , Z)との組をマイク102-j毎にパラメータ保持器104に保存する。

20

【0095】

次に、マイク位置座標・向き情報推定部321は、それぞれのマイク102-jについて、音響の到来方向と音源の位置座標との組が6個以上あるか否かを判断し、マイク位置座標と向きを推定することができるマイクがあるか否かを判断する(S204)。

【0096】

そして、音響の到来方向と音源の位置座標との組が6個以上ある場合、マイク位置座標・向き情報推定部321は、処理をS205に移行させ、マイク102-jの位置座標及び向きを推定する(S205)。そして、マイク位置座標・向き情報推定部321は、6個以上の音響の到来方向と音源の位置座標との組で求めた変換行列 M_{jRg} 、 M_{jT} をマイク102-j毎にパラメータ保持器104に保存する。

30

【0097】

次に、マイク位置座標・向き情報推定部321は、全てのマイク102-1~102-mについて位置座標及び向きを推定したか否かを判断する(S206)。そして、全てのマイク102-1~102-mの位置座標及び向きが推定済みであれば、マイク位置座標・向き情報推定部321は処理を終了する。

【0098】

なお、マイク位置座標・向き情報推定部321が、全てのマイク102-1~102-mについて位置座標及び向きの推定ができていない場合には、音・映像位置較正器200の位置を移動させて(S207)、マイク位置座標・向き情報推定部321は、全てのマイク102-1~102-mの位置座標及び向きを推定するまで、S201~S206の処理を繰り返し行う。

40

【0099】

なお、S100で求めたグローバル座標系でのカメラ101-iの位置座標及び向きについても、マイク102-jの位置情報及び向きを表す変換行列 M_{jRg} 、 M_{jT} と同じ形式(すなわち、変換行列 C_{jRg} 、 C_{jT})でパラメータ保持器104に保存する。

【0100】

(A-2-5)パラメータ保持器104に保存される各種パラメータの説明

50

図11は、パラメータ保持器104に保存されるカメラ101-iの各種パラメータを説明する説明図である。

【0101】

パラメータ保持器104には、全てのカメラ101-1~101-nの各種パラメータがカメラ101-i毎に保存される。なお、図11では、カメラ101-iの各種パラメータを保存する要素を示す。

【0102】

図11に示すように、変換行列Aは CP_iAC_i 、外部パラメータR及びTは、 C_iRg 及び C_iT として保存される。

【0103】

また、図11に示すように、角度範囲 α 及び β は $C_i\alpha$ 及び $C_i\beta$ として保存される。パン・チルト有無は、「有」若しくは「無」として保存される。また、パン角度及びチルト角度(図11ではパンチルト角度と表記)及び γ は $C_i\gamma$ 及び $C_i\delta$ として保存され、距離範囲Lは C_iL として保存される。

【0104】

図12は、パラメータ保持器104に保存されるマイク102-iの各種パラメータを説明する説明図である。

【0105】

パラメータ保持器104には、全てのマイク102-1~102-nの各種パラメータがマイク102-i毎に保存される。なお、図12では、マイク102-iの各種パラメータを保存する要素を示す。

【0106】

図12に示すように、パラメータR及びTは、 M_jRg 及び M_jTg として保存される。角度範囲 α 及び β は $M_j\alpha$ 及び $M_j\beta$ として保存される。距離範囲Lは M_jL として保存される。

【0107】

(A-2-6)撮影範囲、收音範囲の保存方法

次に、カメラ101-iの撮影範囲や、マイク102-jの收音範囲について、パラメータ推定器103がどのような情報を求めて、パラメータ保持器104に保存するかを図13~図15、図16~図18を用いて説明する。

【0108】

ここでは、カメラ101-iの撮影範囲や、マイク102-jの收音範囲を、情報収集範囲と呼ぶ。

【0109】

なお、カメラ101-iの情報収集範囲は、角度範囲 α 及び β 、パン角度 γ 及びチルト角度 δ 、距離範囲Lを含むものである。また、マイク102-jの情報収集範囲は、角度範囲 α 及び β 、距離範囲Lを含むものとする。

【0110】

図13~図15は、カメラ101-i及びマイク102-jの情報収集範囲を説明する説明図である。

【0111】

図13では、情報収集範囲が四角錐形で表している。なお、カメラ101-iの撮影範囲の場合、図13の $Xm-Ym-Zm$ 座標の原点にカメラ101-iが位置しており、カメラ101-iが Zm 軸方向を撮影画面の中心として撮影する場合とする。また、マイク102-jの收音範囲は、 $Xm-Ym-Zm$ 座標の原点にマイク102-iが位置しており、マイク102-jが Zm 軸方向を正面方向として收音する場合とする。

図13~図15において、情報収集範囲は、 Zm 軸を中心に角度 $\pm\alpha$ 及び角度 $\pm\beta$ の範囲、かつ、原点から Zm 軸上の距離Lまでの範囲としてモデル化する。 Zm 軸は、カメラ101-iの撮像画面の中心を通る。

【0112】

10

20

30

40

50

この情報収集範囲は、カメラ101-i毎やマイク102-j毎に異なっても良い。カメラパラメータ推定部310では、カメラ撮影範囲情報取得部321が、すべてのカメラ101-iの情報収集範囲を取得し、カメラパラメータ保存部313によって、カメラ101-i毎にパラメータ保持器104に保持する。マイクパラメータ推定部320では、マイク收音範囲情報取得部322がマイク102-jの情報収集範囲を取得し、マイクパラメータ保存部323によって、マイク102-j毎にパラメータ保持部104に保持する。、 については、カメラ101-iの情報収集範囲をC__i、C__iと表記し、マイク102-jの情報収集範囲をM__j、M__jと表記することにする。

【0113】

パン・チルトの機能に関する情報をどのような形式で保存するかを図16～図18を用いて説明する。

【0114】

Ym-Zm平面内でのカメラ101-i(若しくはマイク102-j)の傾きをパンとし、パン可能な最大角を±とする(図17参照)。

【0115】

Xm-Zm平面内でのカメラ101-i(若しくはマイク102-j)の傾きをチルトとし、チルト可能な最大角を±とする(図18参照)。

【0116】

パンやチルトが可能なカメラ101-iおよびマイク102-jについて、パラメータ推定器103が、それが可能であるというフラグと共に、パン角度最大値およびチルト角度の最大値を、カメラ101-i及びマイク102-j毎にパラメータ保持器104に保存する。なお、以降の説明ではカメラのみパン・チルト機能を備えるとして説明をするが、マイクにパン・チルト機能を備える場合も同様に扱える。パン角度及びチルト角度は、カメラ101-iのパン可能な角度をC__i及びC__iと表記する。

【0117】

(A-2-7)指定位置の情報を収集可能なカメラとマイクの選択方法

次に、視聴点指示器105による指定位置の情報を収集可能なカメラ101-i及びマイク102-jの選択処理の動作を、図面を参照しながら詳細に説明する。

【0118】

図19は、視聴点指示器105による指定位置の情報を収集可能なカメラ101-i及びマイク102-jの選択処理の全体的な手順を示すフローチャートである。

【0119】

まず、視聴点指示器105がカメラ101-i及びマイク102-jの処理を開始すると(S300)、視聴点指示器105は、視聴点指定取得部401よりグローバル座標系における指定座標位置の入力を受け受け、指定座標位置を取得する(S301)。

【0120】

視聴点指示器105が指定座標位置を取得すると、視聴点指示器105は、後述するように、パラメータ保持器104に保存される各カメラ101-iのパラメータを参照して、指定された位置の映像を撮像するカメラ101-iを選択する(S400)。

【0121】

次に、視聴点指示器105は、後述するように、パラメータ保持器104に保存される各マイク102-iのパラメータを参照して、指定された位置の音響を收音するマイク102-jを選択する(S500)。

【0122】

(A-2-8)カメラの選択処理

図20は、視聴点指示器105によるカメラ101-iの選択処理を説明するフローチャートである。

【0123】

視聴点指示器105のカメラ選択部402は、パラメータ保持器104に保存される複数のカメラ101-1～101-nのうち1台を選択し、その選択したカメラ101-i

10

20

30

40

50

に関するパラメータをパラメータ保持器 104 から取得する (S401)。

【0124】

カメラ選択部 402 は、グローバル座標系の指定位置座標を、選択したカメラ 101 - i のカメラ座標系に変換する (S402)。

【0125】

このとき、カメラ選択部 402 は、選択されたカメラ 101 - i のパラメータ $C_{-i}R_g$ 、 $C_{-i}T$ を用いて、式 (15) に従って、グローバル座標系を当該カメラ 101 - i のカメラ座標系に変換する変換行列 $C_{-i}M_g$ を求める。そして、カメラ選択部 402 は、式 (16) に従って、指定位置 V のグローバル座標系の位置座標 $(g x_v, g y_v, g z_v)^T$ に基づいて、当該カメラ 101 - i のカメラ座標系での対応点 $(C_{-i}x_v, C_{-i}y_v, C_{-i}z_v)^T$ を求める。

【数 9】

$${}^{C_{-i}}_g M = ({}^{C_{-i}}_g R \mid {}^{C_{-i}}_g T) \quad \dots (15)$$

$$\begin{pmatrix} {}^{C_{-i}}x_v \\ {}^{C_{-i}}y_v \\ {}^{C_{-i}}z_v \end{pmatrix} = {}^{C_{-i}}_g M \begin{pmatrix} {}^g x_v \\ {}^g y_v \\ {}^g z_v \end{pmatrix} \quad \dots (16)$$

【0126】

次に、カメラ選択部 402 は、カメラ 101 - i の撮影範囲に指定した位置座標 (当該カメラ 101 - i のカメラ座標系の位置座標) が含まれているか否かを判断する。つまり、カメラ選択部 402 は、カメラ 101 - i のカメラ座標系での指定位置座標 $(C_{-i}x_v, C_{-i}y_v, C_{-i}z_v)^T$ がカメラ 101 - i で撮影可能範囲にあるか否かを判断する。

【0127】

まず、カメラ選択部 402 は、指定位置座標がカメラ 101 - i の画角内にあるか否かを判断する (S403)。そして、指定位置座標が画角内にある場合、カメラ選択部 402 は処理を S405 に移行させ、指定位置座標が画角内でない場合、カメラ選択部 402 は処理を S404 に移行させる。

【0128】

カメラ選択部 402 は、パラメータ保持器 104 からカメラ 101 - i のパラメータを取得し、カメラ 101 - i の撮影可能な範囲として、左右角を $\pm C_{-i}$ とし、上下角を $\pm C_{-i}$ とする。また、カメラ 101 - i から指定位置 V を見たときの角度は左右角を $C_{-i} \alpha$ 、上下角を $C_{-i} \beta$ とする。

【0129】

このとき、カメラ選択部 402 は、式 (17) 及び式 (18) の条件に従って、カメラ 101 - i の画角内に指定した位置座標が含まれるか否かを判断する。

【数 10】

$${}^{C_{-i}}\alpha \geq |{}^{C_{-i}}\delta_v| \quad (\text{左右方向}) \quad \dots (17)$$

$${}^{C_{-i}}\beta \geq |{}^{C_{-i}}\theta_v| \quad (\text{上下方向}) \quad \dots (18)$$

【0130】

ここで、カメラ101-iから指定位置Vを見たときの左右角 $C_{-i} \nu$ 、上下角 $C_{-i} \nu$ は、式(19)及び式(20)の関係がある。従って、カメラ選択部402は、式(21)及び式(22)の条件が成立するか否かを判断し、式(21)及び式(22)の条件が成立する場合、当該カメラ101-iは撮影可能な画角内にあると判断する。

【数11】

$$\tan(C_{-i} \delta_V) = \frac{C_{-i} y}{C_{-i} z} \quad \dots (19)$$

$$\tan(C_{-i} \theta_V) = \frac{C_{-i} x}{C_{-i} z} \quad \dots (20)$$

$$\tan(C_{-i} \alpha_V) = \left| \frac{C_{-i} y}{C_{-i} z} \right| \quad \dots (21)$$

$$\tan(C_{-i} \beta_V) = \left| \frac{C_{-i} x}{C_{-i} z} \right| \quad \dots (22)$$

【0131】

次に、カメラ選択部402は、当該カメラ101-iがパン・チルト可能なカメラであるか否かを判断する。そして、当該カメラ101-iがパン・チルト可能である場合、パン・チルトした場合に指定位置Vを撮影可能か否かを判断する(S404)。そして、撮影可能な場合、カメラ選択部402は処理をS405に移行させ、撮影不可能な場合、カメラ選択部402は処理をS407に移行させる。

【0132】

ここで、撮影可能とは、当該カメラ101-iがパン・チルトをすることで指定された位置Vを画面の中央部分に映すことができる場合とする。図16~図18に示すように、カメラ101-iのパン・チルトの角度範囲を示す。パンは水平方向に \pm 、チルトは垂直方向に \pm の範囲で撮影可能とする。

【0133】

視聴指示器105は、カメラ101-iのパン角度 $C_{-i} \xi$ 、チルト角度 $C_{-i} \eta$ をパラメータ保持器104から取得し、パン・チルトした位置Vが撮影可能か否かの条件である式(23)及び式(24)を満たすか否かを判断する。

【数12】

$$C_{-i} \xi \geq \left| C_{-i} \delta_V \right| \quad \dots (23)$$

$$C_{-i} \eta \geq \left| C_{-i} \theta_V \right| \quad \dots (24)$$

【0134】

ここで、式(19)、式(20)、式(23)、式(24)から、カメラ選択部402は、式(25)及び式(26)の条件を満たすか否かを判断して、式(25)及び式(26)の条件を満たす場合、撮影可能であると判断する。

10

20

30

40

【数 1 3】

$$\tan({}^{C-i}\xi_V) = \left| \frac{{}^{C-i}y}{{}^{C-i}z} \right| \quad \dots (25)$$

$$\tan({}^{C-i}\eta_V) = \left| \frac{{}^{C-i}x}{{}^{C-i}z} \right| \quad \dots (26)$$

【0 1 3 5】

S 4 0 5では、カメラ選択部 4 0 2が、指定された位置Vがカメラ 1 0 1 - iで撮影可能な距離にあるか否かを判断する(S 4 0 5)。

【0 1 3 6】

指定された位置Vのカメラ 1 0 1 - iからの距離は、 $\{({}^{C-i}x_V)^2 + ({}^{C-i}y_V)^2 + ({}^{C-i}z_V)^2\}^{1/2}$ で表され、カメラ 1 0 1 - iの撮影可能範囲は、カメラ 1 0 1 - iの原点から ${}^{C-i}L$ である。従って、撮影可能か否かの条件は式(27)となる。

【数 1 4】

$$\sqrt{{}^{C-i}x_V^2 + {}^{C-i}y_V^2 + {}^{C-i}z_V^2} \leq {}^{C-i}L \quad \dots (27)$$

【0 1 3 7】

カメラ選択部 4 0 2は、式(27)の条件を満たすか否かを判断し、この条件を満たす場合に、当該カメラ 1 0 1 - iは撮影可能なものであると判断し、カメラ選択部 4 0 2は、当該カメラ 1 0 1 - iを撮影可能なもののリストに追加する(S 4 0 6)。

【0 1 3 8】

一方、この条件を満たさない場合に、カメラ選択部 4 0 2は、当該カメラ 1 0 1 - iは撮影可能なものでないと判断して、処理をS 4 0 7に移行させる。

【0 1 3 9】

カメラ選択部 4 0 2は、全てのカメラ 1 0 1 - iについて撮影可能か否かの判断をしたか否かを確認し、全てのカメラ 1 0 1 - iについての判断を行っていない場合には、処理をS 4 0 1に移行し、次のカメラ 1 0 1 - iを選択して処理を繰り返し行う(S 4 0 7)。

【0 1 4 0】

このようにして、指定の位置Vの映像を撮影可能なカメラ 1 0 1 - iは、リストに登録されるため、そのリストから任意に選択又はどのカメラ 1 0 1 - iを選択するかを指示させることができる。

【0 1 4 1】

(A - 2 - 9) マイクの選択処理

図 2 1は、視聴点指示器 1 0 5のマイク選択部 4 0 3によるマイク 1 0 2 - iの選択処理を説明するフローチャートである。

【0 1 4 2】

マイク選択部 4 0 3は、パラメータ保持器 1 0 4に保存される複数のマイク 1 0 2 - 1 ~ 1 0 2 - mのうち1台を選択し、その選択したマイク 1 0 2 - jに関するパラメータをパラメータ保持器 1 0 4から取得する(S 5 0 1)。

【0 1 4 3】

マイク選択部 4 0 3は、グローバル座標系で指定された位置座標を、当該マイク 1 0 2 - jのマイク座標系に変換する(S 5 0 2)。

【0 1 4 4】

10

20

30

40

50

ここで、マイク選択部403による指定位置座標のグローバル座標系からマイク座標系への変換方法を説明する。

【0145】

選択されたマイク102-jのパラメータ $M_{-j}R_g$ 、 $M_{-j}T_g$ が、パラメータ保持器104に保存されているため、視聴点指示器105は、当該マイク102-jのパラメータを読み出す。

【0146】

このとき、視聴点指示器105は、選択されたマイク102-jのパラメータ $M_{-j}R_g$ 、 $M_{-j}T_g$ を用いて、式(28)に従って、グローバル座標系を当該マイク102-jのマイク座標系に変換する変換行列 $M_{-j}M_g$ を求める。

10

【0147】

そして、マイク選択部403は、式(29)に従って、指定位置Vのグローバル座標系の位置座標 $(g x_V, g y_V, g z_V)^T$ に基づいて、当該マイク102-jのマイク座標系での対応点 $(M_{-j} x_V, M_{-j} y_V, M_{-j} z_V)^T$ を求める。

【数15】

$${}^{M_{-j}}_g M = ({}^{M_{-j}}_g R \mid {}^{M_{-j}}_g T) \quad \dots (28)$$

$$\begin{pmatrix} {}^{M_{-j}}_g x_V \\ {}^{M_{-j}}_g y_V \\ {}^{M_{-j}}_g z_V \end{pmatrix} = {}^{M_{-j}}_g M \begin{pmatrix} g x_V \\ g y_V \\ g z_V \end{pmatrix} \quad \dots (29)$$

20

【0148】

次に、マイク選択部403は、指定された位置Vの音源がマイク102-jの收音可能な角度の範囲にあるか否かを判断する(S503)。そして、位置座標Vの音源がマイク102-jが收音可能な角度の範囲にある場合、マイク選択部403は処理をS504に移行させ、そうでない場合、マイク選択部403は処理をS506に移行させる。

30

【0149】

ここで、マイク102-jの收音可能な範囲の左右角を $M_{-j} \theta_L$ 、上下角を $M_{-j} \theta_U$ とすると、指定位置のマイク102-jから見たときの角度について左右角を $M_{-j} \theta_L^V$ 、上下角を $M_{-j} \theta_U^V$ とする。指定位置座標Vの音源がマイク102-jの收音可能な角度内にあるか否かは、マイク102-jの收音可能範囲内に指定した座標Vが含まれているかどうかを判断すればよい。

【0150】

つまり、マイク102-jの收音可能な範囲は、左右方向について式(30)の関係にあり、上下方向について式(31)の関係にある。また、指定位置座標Vの音源の位置座標は、式(32)及び式(33)の関係にあるため、マイク102-jの收音可能な左右方向の関係式(30)は式(34)となり、上下方向の関係式(31)は式(35)となる。

40

【0151】

従って、マイク選択部403は、式(34)及び式(35)の条件が成立するか否かを判断し、式(34)及び式(35)の条件が成立する場合、当該マイク102-jは收音可能な画角内にあると判断する。

【数 1 6】

$${}^{M-j}\alpha \geq \left| {}^{M-j}\delta_V \right| \quad (\text{左右方向}) \quad \dots (30)$$

$${}^{M-j}\beta \geq \left| {}^{M-j}\theta_V \right| \quad (\text{上下方向}) \quad \dots (31)$$

$$\tan({}^{M-j}\delta_V) = \frac{{}^{M-j}y}{{}^{M-j}z} \quad \dots (32)$$

$$\tan({}^{M-j}\theta_V) = \frac{{}^{M-j}x}{{}^{M-j}z} \quad \dots (33)$$

$$\tan({}^{M-j}\alpha_V) = \left| \frac{{}^{M-j}y}{{}^{M-j}z} \right| \quad \dots (34)$$

$$\tan({}^{M-j}\beta_V) = \left| \frac{{}^{M-j}x}{{}^{M-j}z} \right| \quad \dots (35)$$

10

20

【0 1 5 2】

次に、マイク選択部 4 0 3 は、指定された位置座標 V がマイク 1 0 2 - j からの收音可能な距離にあるか否かを判断する (S 5 0 4)。

【0 1 5 3】

指定された位置座標 V のマイク 1 0 2 - j からの距離は、 $\{ (M_j x v)^2 + (M_j y v)^2 + (M_j z v)^2 \}^{1/2}$ で表され、マイク 1 0 2 - j の收音可能範囲は、マイク 1 0 2 - j の原点から $M_j L$ である。従って、收音可能か否かの条件は式 (3 6) となる。

30

【数 1 7】

$$\sqrt{{}^{M-j}x_V^2 + {}^{M-j}y_V^2 + {}^{M-j}z_V^2} \leq {}^{M-j}L \quad \dots (36)$$

【0 1 5 4】

マイク選択部 4 0 3 は、式 (3 6) の条件を満たすか否かを判断し、この条件を満たす場合に、当該マイク 1 0 2 - j は收音可能なものとしてリストに追加する (S 5 0 4)。

【0 1 5 5】

一方、この条件を満たさない場合に、マイク選択部 4 0 3 は、当該マイク 1 0 2 - j は撮影可能なものでないと判断して、処理を S 5 0 6 に移行させる。

40

【0 1 5 6】

マイク選択部 4 0 3 は、全てのマイク 1 0 2 - j について撮影可能か否かの判断をしたか否かを確認し、全てのマイク 1 0 2 - j についての判断を行っていない場合には、処理を S 5 0 1 に移行し、次のマイク 1 0 2 - j を選択して処理を繰り返し行う (S 5 0 6)。

【0 1 5 7】

このようにして、指定の位置 V の映像を撮影可能なマイク 1 0 2 - j は、リストに登録されるため、そのリストから任意に選択又は指定を受けることができる。

50

【 0 1 5 8 】

(A - 3) 実施形態の効果

以上のように、実施形態によれば、カメラやマイクのグローバル座標系の位置座標や向きを、従来よりも簡単かつ間違いなく推定することができる。

【 0 1 5 9 】

(B) 他の実施形態

上述した実施形態においても本発明の種々の変形実施形態を説明したが、本発明は、以下の変形実施形態にも広く適用することができる。

【 0 1 6 0 】

(B - 1) 上述した実施形態では、図 5 の S 1 0 0 でカメラ 1 0 1 - i のグローバル座標系での位置座標及び向きを推定する場合を例示した。しかし、カメラ 1 0 1 - i の取り付け位置や向きが予め定まっている場合には、カメラ 1 0 1 - i のグローバル座標系での位置座標及び向きの推定処理を省略するようにしても良い。この場合、予めカメラ 1 0 1 - i のグローバル座標系での位置座標及び向きが判っているから、各カメラ 1 0 1 - i のグローバル座標系での位置座標及び向きをパラメータ保持器 1 0 4 に保存しておくことで、上述した実施形態の動作と同様の効果を得ることができる。

10

【 0 1 6 1 】

(B - 2) 上述した実施形態では、カメラやマイクが複数台ある場合を例示したが、カメラやマイクはそれぞれ 1 台の場合であっても適用できる。本発明は、相対的な位置関係に基づいて、カメラやマイクのグローバル座標系での位置座標や向きを推定するものであるが、カメラやマイクが 1 台の場合、予め位置や向きが明らかなものを基準とすることで実現することができる。

20

【 0 1 6 2 】

(B - 3) 音・映像位置較正器 2 0 0 が提示する映像情報は、あらかじめ決められた映像や、光の明滅パターンなどカメラから見てその場所が明らかに識別できるものであればなんでもよい。また、音・映像位置較正器 2 0 0 が発する音響情報は、あらかじめ決められた周波数の音や、決められた音階パターンの再生など、などマイクから見て他の音と明らかに識別できるものであればなんでもよい。

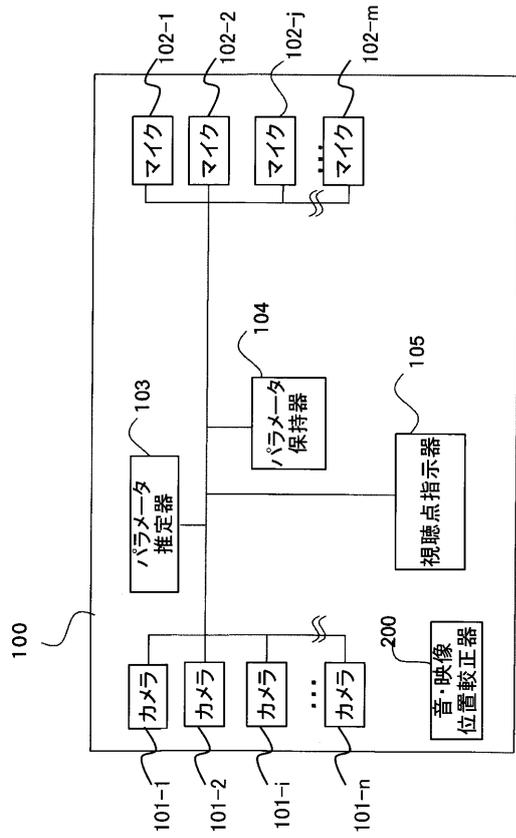
【 符号の説明 】

【 0 1 6 3 】

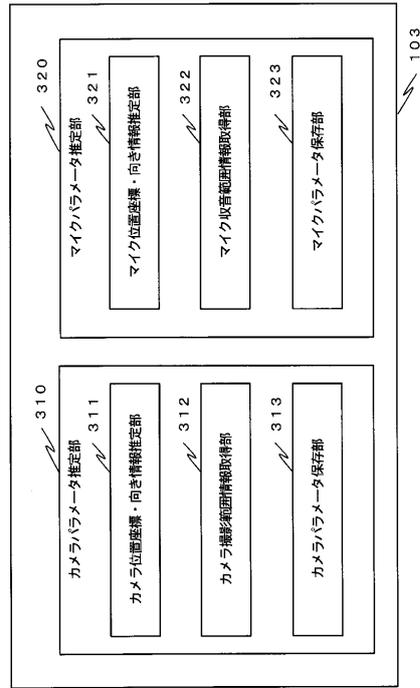
1 0 0 ... キャリブレーションシステム、 1 0 1 - 1 ~ 1 0 1 - n ... カメラ、 1 0 2 - 1 ~ 1 0 2 - m ... マイク、 1 0 3 ... パラメータ推定器、 1 0 4 ... パラメータ保持器、 1 0 5 ... 視聴点指示器、 2 0 0 ... 音・映像位置較正器。

30

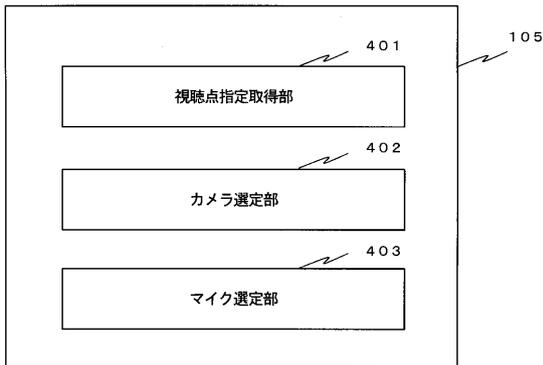
【図1】



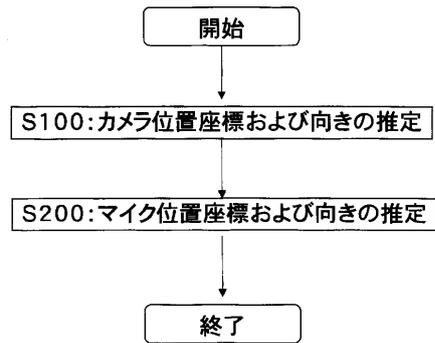
【図2】



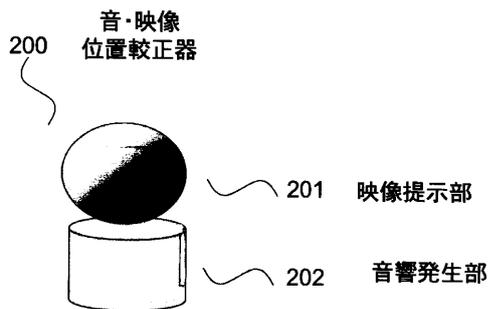
【図3】



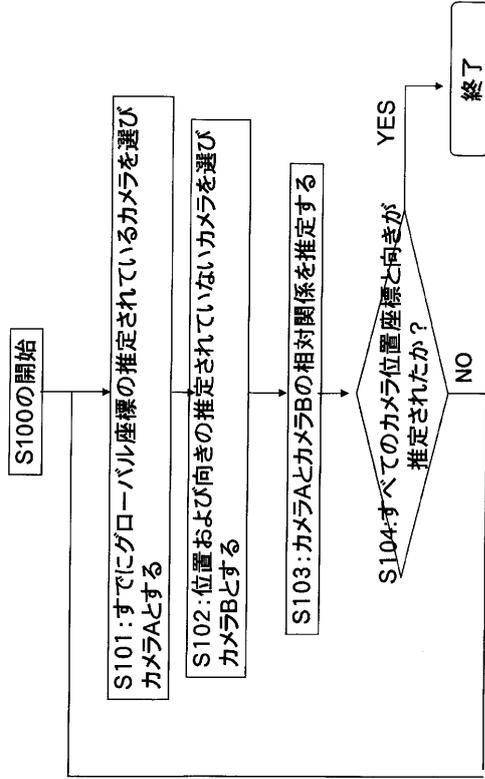
【図5】



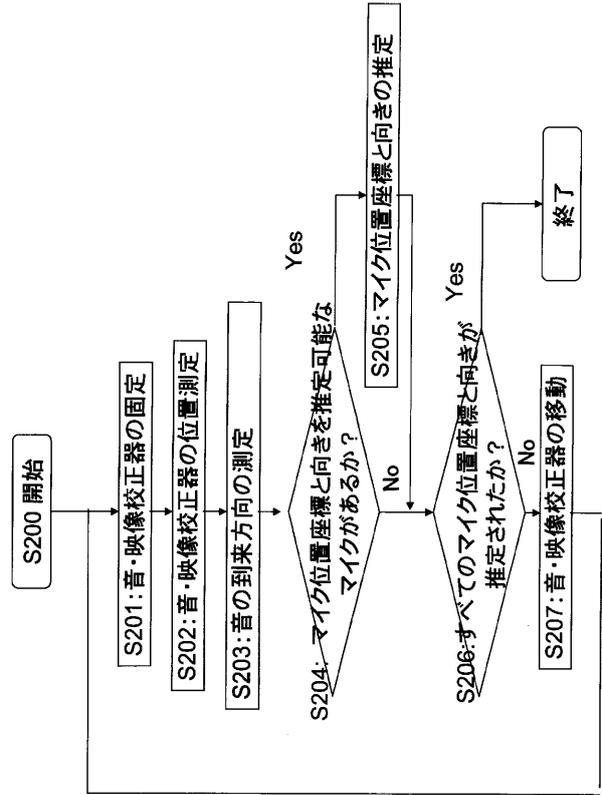
【図4】



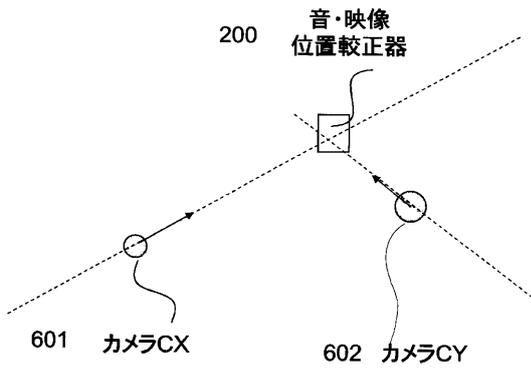
【 図 6 】



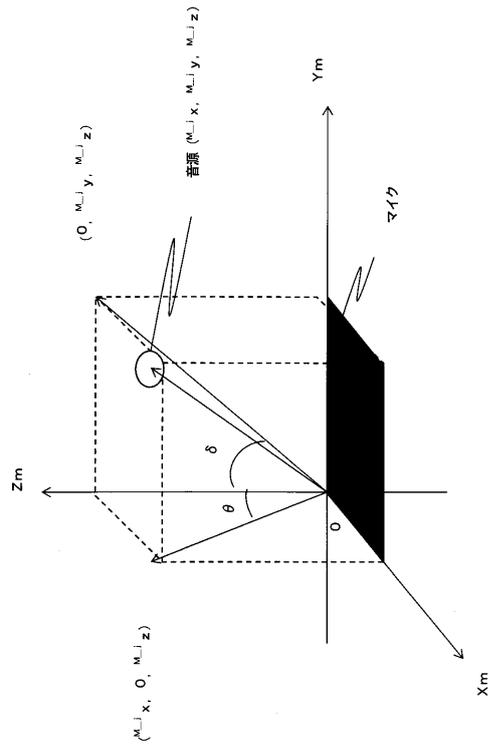
【 図 7 】



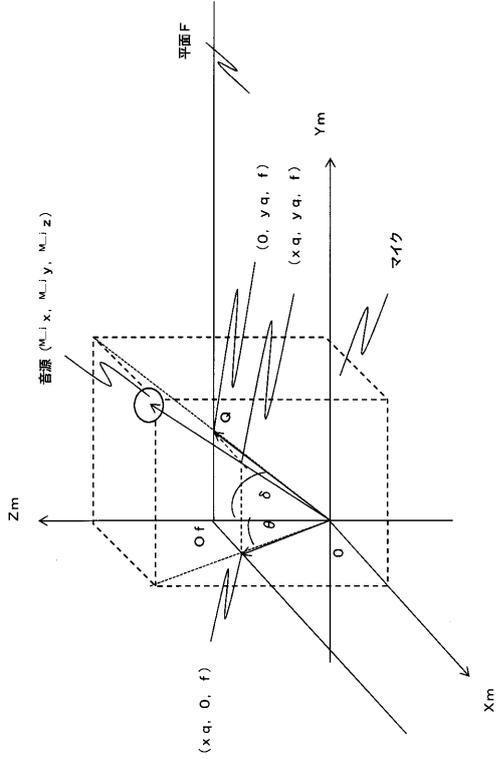
【 図 8 】



【 図 9 】



【図10】



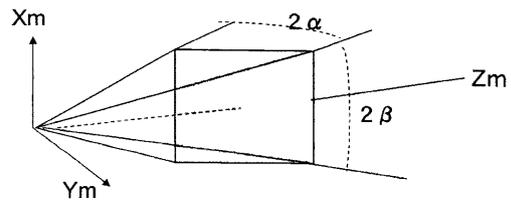
【図11】

変換行列A	$C_{-i}^i A$
外部パラメータR、T	$C_{-g}^i R$ 、 $C_{-i}^i T$
角度範囲 α 、 β	$c_{-i}^i \alpha$ 、 $c_{-i}^i \beta$
パン・チルト有無	有/無
パンチルト角度 ζ 、 η	$c_{-i}^i \zeta$ 、 $c_{-i}^i \eta$
距離範囲L	$C_{-i}^i L$

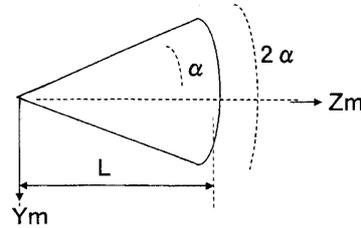
【図12】

パラメータR、T	$M_{-j}^i R$ 、 $M_{-j}^i T$
角度範囲 α 、 β	$M_{-j}^i \alpha$ 、 $M_{-j}^i \beta$
距離範囲L	$M_{-j}^i L$

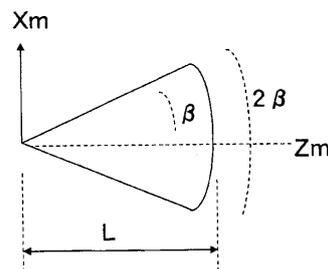
【図13】



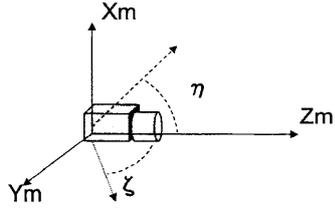
【図14】



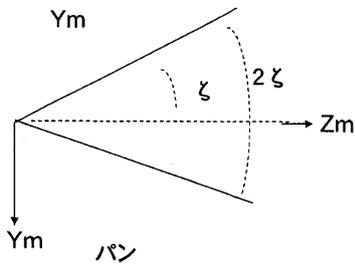
【図15】



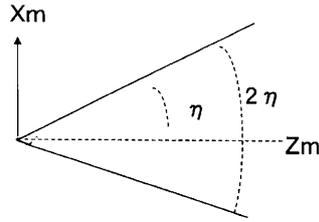
【図16】



【図17】

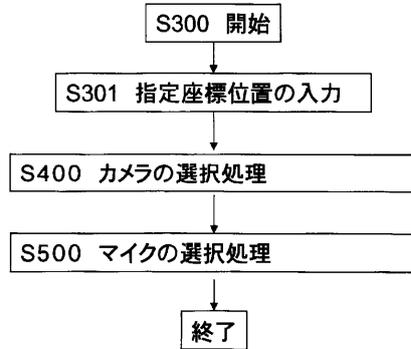


【図18】

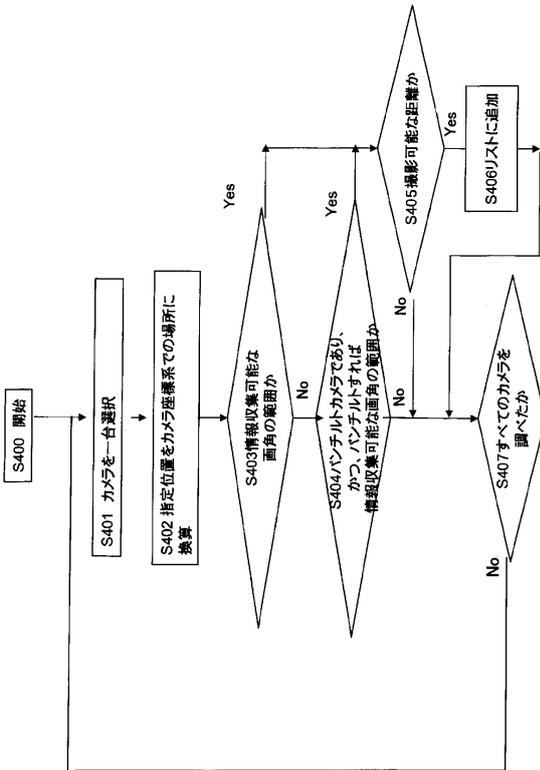


チルト

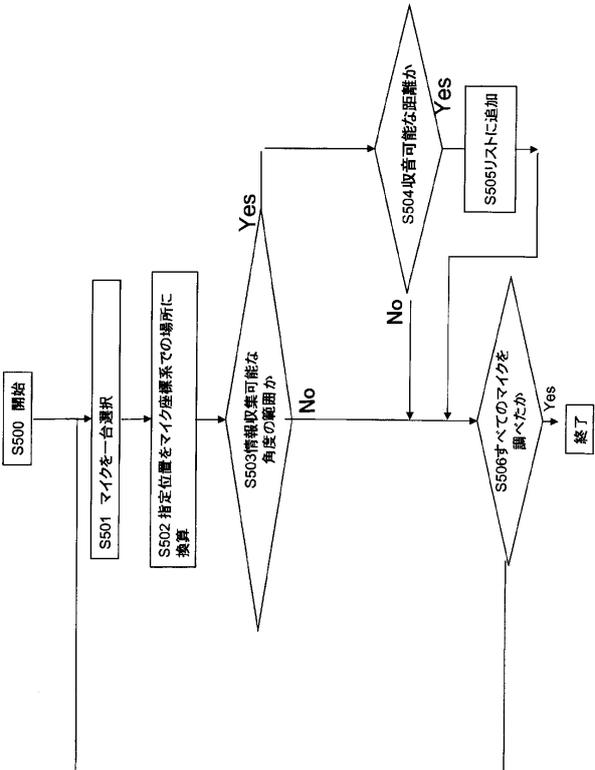
【図19】



【図20】



【図21】



フロントページの続き

(51) Int.Cl. F I
H 0 4 N 5/225 (2006.01) H 0 4 N 5/225 F

(56) 参考文献 特開 2 0 0 5 - 1 5 9 7 3 1 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 3 1 4 9 9 4 (J P , A)
特開 2 0 0 7 - 2 6 3 6 1 4 (J P , A)
特開 2 0 1 1 - 0 7 1 7 0 2 (J P , A)
特開 2 0 0 5 - 1 3 6 7 7 4 (J P , A)
特開 2 0 1 1 - 0 8 0 8 6 8 (J P , A)

(58) 調査した分野(Int.Cl. , DB名)

G 0 1 S 3 / 8 0 8
G 0 1 S 5 / 2 4
H 0 4 N 5 / 2 2 5
H 0 4 N 5 / 2 3 2
H 0 4 R 1 / 4 0
H 0 4 R 3 / 0 0