

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-242597

(P2012-242597A)

(43) 公開日 平成24年12月10日(2012.12.10)

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)
G 1 O K 15/00	(2006.01)	G 1 O K 15/00	M	5 D O 2 O
H O 4 R 3/02	(2006.01)	H O 4 R 3/02		

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2011-112427 (P2011-112427)	(71) 出願人	000005108
(22) 出願日	平成23年5月19日 (2011. 5. 19)		株式会社日立製作所
			東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
		(74) 代理人	100091096
			弁理士 平木 祐輔
		(74) 代理人	100105463
			弁理士 関谷 三男
		(74) 代理人	100102576
			弁理士 渡辺 敏章
		(72) 発明者	戸上 真人
			東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
			株式会社日立製作所中央研究所内
		(72) 発明者	住吉 貴志
			東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
			株式会社日立製作所中央研究所内
		Fターム(参考)	5D020 CC01

(54) 【発明の名称】 音響シミュレータ、音響コンサルティング装置及びそれらの処理方法

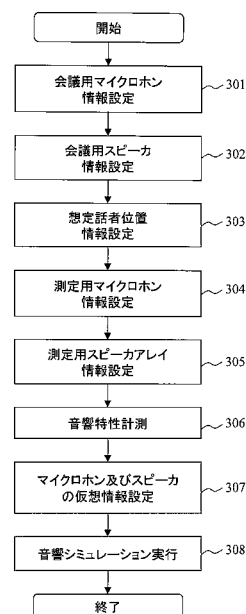
(57) 【要約】

【課題】音響システムのC A Dデータが無い環境において、マイクロホンやスピーカの配置等を環境に合わせて最適する作業を支援する。

【解決手段】音響システムを構築する空間内で実際に収録された音響データと、当該音響データの収録時に使用した音響機器の実測に基づく位置情報と、システム構築後に想定される音源、マイクロホン及びスピーカの位置情報等に基づいて、当該マイクロホンの設置位置における音響特性を推定し、推定結果をユーザーに提示する。

【選択図】図3

図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

音響システムを構築する空間内で実際に収録された音響データを格納する第 1 の記憶装置と、

前記音響データの収録時に使用した第 1 のマイクロホン及び第 1 のスピーカの性能及び前記音響システム内の実測位置に関する第 1 の情報を格納する第 2 の記憶装置と、

音響システム構築時に想定される音源の位置に関する第 2 の情報を格納する第 3 の記憶装置と、

音響システム構築時に使用する第 2 のマイクロホン及び第 2 のスピーカの位置及び性能に関する第 3 の情報の設定を受け付ける第 1 の設定受付部と、

前記第 3 の情報を格納する第 4 の記憶装置と、

前記音響データと前記第 1、第 2 及び第 3 の情報に基づいて、前記第 2 のマイクロホンを前記音響システムで使用する際の音響特性を推定するシミュレーション部と

を有する音響シミュレータ。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載の音響シミュレータにおいて、

前記第 1 のマイクロホン及び前記第 1 のスピーカによる前記音響データの測定を実行する音響特性計測部と、

前記第 1 及び第 2 の情報の設定を受け付ける第 2 の設定受付部と、

前記第 3 の情報の設定の変更を受け付ける変更受付部と

を有することを特徴とする音響シミュレータ。

20

【請求項 3】

請求項 2 に記載の音響シミュレータにおいて、

前記第 1 の設定受付部は、第 2 のマイクロホンの数に対する仮想的な変更を受け付けることを特徴とする音響シミュレータ。

【請求項 4】

請求項 2 に記載の音響シミュレータにおいて、

前記第 1 の設定受付部は、第 2 のマイクロホンの位置に対する仮想的な変更を受け付ける

ことを特徴とする音響シミュレータ。

30

【請求項 5】

請求項 1 に記載の音響シミュレータにおいて、

前記音響システムは、テレビ会議システムである

ことを特徴とする音響シミュレータ。

【請求項 6】

音響システムを構築する空間内で実際に収録された音響データを格納する第 1 の記憶装置と、

前記音響データの収録時に使用した第 1 のマイクロホン及び第 1 のスピーカの性能及び前記音響システム内の実測位置に関する第 1 の情報を格納する第 2 の記憶装置と、

音響システム構築時に想定される音源の位置に関する第 2 の情報を格納する第 3 の記憶装置と、

音響システム構築時に使用する第 2 のマイクロホン及び第 2 のスピーカの位置及び性能に関する第 3 の情報を格納する第 4 の記憶装置と、

前記音響データと前記第 1、第 2 及び第 3 の情報に基づいて、前記第 2 のマイクロホンを前記音響システムで使用する際の音響特性を推定するシミュレーション部と、

推定された前記音響特性が所望の性能を満たすか否か判定する判定部と、

前記判定部の判定結果をユーザーインターフェースに出力する提示部と

を有する音響コンサルティング装置。

40

【請求項 7】

請求項 6 に記載の音響コンサルティング装置において、

50

前記判定部において、推定された前記音響特性が所望の性能を満たしていないと判定された場合に、前記第３の情報の少なくとも一部を自動的に変更する設定変更部を有し、

前記シミュレーション部は、変更後の前記第３の情報と使用して、前記第２のマイクロホンを前記音響システムで使用する際の音響特性を新たに推定する

ことを特徴とする音響コンサルティング装置。

【請求項８】

請求項７に記載の音響コンサルティング装置において、
前記設定変更部は、第２のマイクロホンの数を変更する
ことを特徴とする音響コンサルティング装置。

【請求項９】

請求項７に記載の音響コンサルティング装置において、
前記設定変更部は、第２のマイクロホンの位置を変更する
ことを特徴とする音響コンサルティング装置。

【請求項１０】

音響システムを構築する空間内で実際に収録された音響データを記憶装置に格納する処理と、

前記音響データの収録時に使用した第１のマイクロホン及び第１のスピーカの性能及び前記音響システム内の実測位置に関する第１の情報の設定を、入力装置を通じて受け付ける処理と、

音響システム構築時に想定される音源の位置に関する第２の情報の設定を、前記入力装置を通じて受け付ける処理と、

音響システム構築時に使用する第２のマイクロホン及び第２のスピーカの位置及び性能に関する第３の情報の設定を、前記入力装置を通じて受け付ける処理と、

前記音響データと前記第１、第２及び第３の情報に基づいて、前記第２のマイクロホンを前記音響システムで使用する際の音響特性を推定する処理と

を有する音響シミュレーション方法。

【請求項１１】

音響システムを構築する空間内で実際に収録された音響データを記憶装置に格納する処理と、

前記音響データの収録時に使用した第１のマイクロホン及び第１のスピーカの性能及び前記音響システム内の実測位置に関する第１の情報の設定を、入力装置を通じて受け付ける処理と、

音響システム構築時に想定される音源の位置に関する第２の情報の設定を、前記入力装置を通じて受け付ける処理と、

音響システム構築時に使用する第２のマイクロホン及び第２のスピーカの位置及び性能に関する第３の情報と、前記音響データと、前記第１及び第２の情報とに基づいて、前記第２のマイクロホンを前記音響システムで使用する際の音響特性を推定する処理と、

推定された前記音響特性が所望の性能を満たすか否か判定する処理と、

前記判定部の判定結果をユーザーインターフェースに出力する処理と

を有する音響コンサルティング方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、使用環境に応じた音響機器の適切な設置を支援するためのシミュレーション技術及び当該シミュレーション結果を使用するコンサルティング技術に関する。

【背景技術】

【０００２】

近年、テレビ会議システムの普及が進んでいる。テレビ会議システムを用いれば、遠隔地間においても、音声と映像による双方向のコミュニケーションを実現することができる。

。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 3 】

当該システムにおいて、音声はマイクロホンを通じて収録された後、遠方側に送信され、スピーカを通じて再生される。ところが、マイクロホンで収録される音声には、様々な雑音が混入する可能性があり、当該雑音の混入がスピーカから再生される音声の品質劣化の要因となっている。

【 0 0 0 4 】

一般には、空調機やプロジェクタが発生する風音を含む周囲雑音や音響エコーが問題にされやすい。音響エコーとは、マイクロホンと同じ室内に設置されたスピーカから再生された音がマイクロホンに混入することで発生する。

【 0 0 0 5 】

ところが、マイクロホンで収録された音が何ら処理されることなく遠方に送信されることになる（音響エコーも送信されると）、遠方側の話者には、自分の発した声が遅れて戻ってくるように感じられる。この場合、会話の容易さが大きく損なわれてしまう。このため、周囲雑音や音響エコーを除去する機能を備える音響信号処理システムが従来より提案されている（例えば、非特許文献 1 参照）。

【 0 0 0 6 】

また、周囲雑音や音響エコーの他、発話者の残響成分も一種の雑音である。このため、これら残響成分の抑圧も求められている。ところが、この残響成分は、発話者の声との相関が高い。このため、残響成分を除去する際に誤って発話者の声まで抑圧してしまう可能性がある。特に、初期反射音の除去は困難である。もっとも、発話者の口元からマイクロホンに直接伝わる音に対し、マイクロホンまでの到来が数百ms程度遅れる後部残響成分を除去する技術が近年開発されている（例えば、非特許文献 2 参照）。

【 0 0 0 7 】

これら課題の解決には、テレビ会議システムを使用する前のチューニングや最適化が必要となる。これらの作業には、実際の現場で収録した音響特性を用いることが多い。例えば、音響環境を一種のシステムとみなし、音響環境に入った入力音（話者の口元やスピーカから出た瞬間の音）と、システムから出る出力音（マイクロホンに入った音）との間の関係をインパルス応答として計測し、チューニング及び最適化に活用することが多い。例えばインパルス応答の測定には、TSP（Time Stretched Pulse）が用いられている。

【 0 0 0 8 】

なお、これまで提案されているチューニングや最適化に関する技術は、いずれも主に音響信号処理で使用するパラメータの変更であり、収録したインパルス応答を使って該環境における発話音声をシミュレートし、評価に用いている。

【 0 0 0 9 】

因みに、コンサートホールその他建物の設計時や建築時における音響設計の用途では、対象建物のCADデータから音響環境をシミュレーションし、音の聞こえ方を事前に知ることができるシステムが開発されている（例えば、特許文献 1 参照）。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 1 0 】

【 特許文献 1 】 特許第 2 8 4 6 1 6 2 号明細書

【 非特許文献 】

【 0 0 1 1 】

【 非特許文献 1 】 戸上真人他著、「垂直配置マイクロホンアレーを利用した卓上突発音除去機能を備える遠隔会議システム」、電子情報通信学会論文誌 D, Vol. J93-D No.10 pp. 2069-2084、2010/10.

【 非特許文献 2 】 K. Kinoshita, M. Delcroix, T. Nakatani and M. Miyoshi, "Suppression of late reverberation effect on speech signal using long-term multiple-step linear prediction", IEEE Transactions on Audio, Speech and Language processing, 17(4), pp.534-545, 2009

10

20

30

40

50

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0012】**

ところが、前述した音響信号処理技術は、室内の環境（音響条件）の影響を受け易い。具体的には残響時間、雑音の種類及び発生位置、スピーカとマイクロホンの位置関係、スピーカの再生音量等の影響を受け易い。

【0013】

このため、テレビ会議システム等のチューニング及び最適化には、音響信号処理で使用するパラメータを単にチューニングするだけでなく、マイクロホンとスピーカの位置関係やマイクロホンの数を使用環境に応じて最適化する必要がある。

10

【0014】

また、既存の音響シミュレータは、事前に現場のCADデータが取得されていることが必要であり、CADデータが存在しない場合には、そもそも音響特性をシミュレーションすることができなかった。

【0015】

これらの技術課題を鋭意検討した本発明者は、CADデータが存在しない又は利用できない環境下でも、マイクロホンとスピーカの位置関係等を使用環境に応じて最適化することができるシミュレーション技術及び当該処理結果を使用する音響コンサルティング技術を発明した。

【課題を解決するための手段】

20

【0016】

本発明に係る音響シミュレータは、音響システムを構築する空間内で実際に収録された音響データと、当該音響データの収録時に使用したマイクロホン及びスピーカの実測に基づく位置情報と、システム構築後に想定される音源、マイクロホン及びスピーカの位置情報等に基づいて、当該マイクロホンの設置位置における音響特性を推定する。

【0017】

また、本発明に係る音響コンサルティング装置は、音響シミュレータにより推定された音響特性が所定の性能を満たすか否かを評価し、評価結果をユーザーに提示する。

【発明の効果】**【0018】**

30

本発明によれば、音響システムを構築する空間に関するCADデータが存在しない場合や利用できない場合でも、空間に適した音響環境の構築を支援することができる。

上記した以外の課題、構成及び効果は、以下の実施形態の説明により明らかにされる。

【図面の簡単な説明】**【0019】**

【図1】形態例に係るテレビ会議システムの設置環境を説明する図。

【図2】形態例に係る音響コンサルティング装置（音響シミュレータ）のハードウェア構成を示す図。

【図3】形態例に係る音響シミュレータで実行される処理手順を示すフローチャート。

【図4】マイクロホン情報テーブルの例を示す図。

40

【図5】スピーカ情報テーブルの例を示す図。

【図6】仮想話者位置に関するテーブル例を示す図。

【図7】音響特性計測部の構成例を示す図。

【図8】周囲雑音測定部の構成例を示す図。

【図9】音響シミュレーション部の構成例を示す図。

【図10】インパルス応答の直接音成分と残響成分を説明する図。

【図11】形態例に係る音響コンサルティング装置で実行される処理手順を示すフローチャート。

【図12】所望性能テーブルの例を示す図。

【図13】性能評価部の構成例を示す図。

50

【図 1 4】マイクロホンの数及び配置とスピーカの配置を自動的に最適化する際に実行される処理手順を説明するフローチャート。

【発明を実施するための形態】

【0020】

以下、図面に基づいて、本発明の実施の形態を説明する。なお、本発明の実施の態様は、後述する形態例に限定されるものではなく、その技術思想の範囲において、種々の変形が可能である。

【0021】

以下、CADデータが存在しない空間にテレビ会議システムを構築する場合に使用して好適な音響コンサルティング装置の仕組みを説明する。図 1 に、音響コンサルティング装置を適用するテレビ会議システムの設置環境例を示す。なお、本明細書における「テレビ会議システム」は、ビデオ会議システムやWeb会議システムも含む意味で使用する。

【0022】

(テレビ会議システムの構成要素と配置)

本形態例において、テレビ会議システムは、マイクロホンとスピーカを備える汎用のテレビ会議システムを想定する。もっとも、特定の用途に最適化されたテレビ会議システムであっても構わない。

【0023】

テレビ会議システム設置環境 101 は、テレビ会議システムを構築する空間(環境)であれば、特に制約はない。ここでは、会議室を想定する。この形態例の場合、会議室に配置された机 102 の上には会議用マイクロホン 104 が設置されているものとする。また、会議用スピーカ 103 は、同じ会議室内に配置されているものとする。会議用スピーカ 103 と会議用マイクロホン 104 は、汎用のテレビ会議システムに常に接続されていても良い。

【0024】

図 1 に係るテレビ会議システムは、発話者が 2 人の場合を想定する。図 1 では、想定する発話者の位置を、想定話者位置 105 - 1 及び 105 - 2 で表している。もっとも、システム的には発話者は 1 人でも 3 人以上でも良い。また、会議用スピーカ 103 や会議用マイクロホン 104 も、システム的には 1 台に限らず、複数台であっても良い。

【0025】

図 1 には、テレビ会議システムを使用する際の音響条件を与える会議用スピーカ 103 、会議用マイクロホン 104 及び想定話者位置 105 - 1 及び 105 - 2 の他、音響特性の実測時に使用する 4 台の測定用マイクロホンアレイ 106 と 2 台の測定用スピーカアレイ 107 を描いている。

【0026】

この形態例の場合、測定用マイクロホンアレイ 106 及び測定用スピーカアレイ 107 は、テレビ会議システム設置環境 101 の音響特性の測定時に測定ユーザーによって配置される。図 1 の場合、測定用マイクロホンアレイ 106 は机 102 の四隅に配置されている。また、測定用スピーカアレイ 107 は、想定話者位置 105 - 1 及び 105 - 2 の背後に配置されている。

【0027】

ここで、測定用スピーカアレイ 107 は、音響特性を測定する際の参照音の放出に使用される。この形態例の場合、測定用スピーカアレイ 107 は、複数のスピーカの集合体であるが、1 台のスピーカにより構成されていても良い。

【0028】

なお、図 1 の場合、測定用マイクロホンアレイ 106 と測定用スピーカアレイ 107 はいずれも複数ずつ配置されているが、いずれも 1 台だけ配置しても良い。また、測定用マイクロホン 106 及び測定用スピーカアレイ 107 は、音響コンサルティング装置による音響特性の測定及び最適条件の出力の後、会議室から取り外される。もっとも、一部は、会議用スピーカ 103 や会議用マイクロホン 104 と兼用しても良い。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 9 】

(音響コンサルティング装置のハードウェア構成)

図 2 に、形態例に係る音響コンサルティング装置のハードウェア構成を示す。なお、音響シミュレーション装置は、音響コンサルティング装置の機能の一部として実現される。従って、音響コンサルティング装置のハードウェア構成は、音響シミュレーション装置と共通である。以下では、音響コンサルティング装置のハードウェア構成として説明する。

【 0 0 3 0 】

形態例に係る音響コンサルティング装置は、測定用マイクロホンアレイ 1 0 6 と測定用スピーカアレイ 1 0 7 を、コンピュータに接続することにより構成される。

【 0 0 3 1 】

測定用マイクロホンアレイ 1 0 6 で取り込んだ音響信号は、多チャンネル A D (Analog to Digital) 変換装置 2 0 2 により、アナログ信号からデジタル信号に変換される。変換後のデジタル信号は中央演算装置 2 0 3 に与えられる。

【 0 0 3 2 】

中央演算装置 2 0 3 は、各種のプログラムを実行する。この形態例の場合、中央演算装置 2 0 3 は、会議室内の任意の位置に会議用マイクロホン 1 0 4 や会議用スピーカ 1 0 3 を配置した場合の音響特性をシミュレーションする処理やその処理結果を評価する処理等を実行する。当該処理機能を実現するプログラムを、本明細書では、「音響信号処理プログラム」ということにする。なお、音響信号処理プログラムは、不揮発性メモリ 2 0 4 に記憶されており、必要に応じて中央演算装置 2 0 3 に読み出される。因みに、当該プログラムを実行するためのワークメモリは、揮発性メモリ 2 0 5 上に確保される。

【 0 0 3 3 】

前述したように、形態例に係る音響コンサルティング装置は、テレビ会議システム設置環境 1 0 1 の音響特性を測定用マイクロホンアレイ 1 0 6 及び測定用スピーカアレイ 1 0 7 で実測し、音響シミュレーションのための基礎データとする。ここでの音響特性は、インパルス応答特性や周囲雑音である。

【 0 0 3 4 】

音響特性の測定時、中央演算装置 2 0 3 は、多チャンネル D A (Digital to Analog) 変換装置 2 0 6 にインパルス応答測定用の参照信号をデジタル信号として送信する。当該参照信号は、多チャンネル D A 変換装置 2 0 6 においてアナログ信号に変換され、測定用スピーカアレイ 1 0 7 に出力される。測定用スピーカアレイ 1 0 7 は、入力された参照信号に対応する音をテレビ会議システム設置環境 1 0 1 に放射する。

【 0 0 3 5 】

中央演算装置 2 0 3 には、ユーザーのためのインターフェースとして、マウス 2 0 8 及びキーボード 2 0 9 が用意されている。ユーザーは、これらのインターフェースを使用し、中央演算装置 2 0 3 に情報を入力する。また、音響シミュレーションの結果は、ディスプレイ 2 1 0 に表示され、ユーザーはシミュレーション結果や評価結果を目視により確認することができる。

【 0 0 3 6 】

(音響シミュレータとしての処理)

まず、本形態例に係る音響コンサルティング装置の基本機能 (音響シミュレーション機能) について説明する。ここで、音響シミュレーション機能とは、会議用スピーカ 1 0 3 と会議用マイクロホン 1 0 4 をテレビ会議システム設置環境 1 0 1 内の任意の位置に仮想的に設定した場合に収録される音響特性をシミュレーションする機能である。

【 0 0 3 7 】

ただし、本形態例では、テレビ会議システム設置環境 1 0 1 の C A D データが存在しないことを前提とする。このため、音響シミュレータとして動作する音響コンサルティング装置は、テレビ会議システム設置環境 1 0 1 の音響特性を測定用マイクロホンアレイ 1 0 6 と測定用スピーカアレイ 1 0 7 を用いて測定し、当該測定結果を使用して仮想位置における音響特性を演算する。以下では、音響シミュレーション機能の提供主体を音響シミュ

10

20

30

40

50

レータと呼ぶ。

【 0 0 3 8 】

図 3 に、音響シミュレータの処理手順の概略を示す。音響シミュレータは、処理 3 0 1 ~ 処理 3 0 3 において、テレビ会議システム設置環境 1 0 1 に設置されている会議用マイクロホン 1 0 4、会議用スピーカ 1 0 3 の位置情報及び想定話者位置 1 0 5 - 1、1 0 5 - 2 の登録処理を実行する。なお、処理 3 0 1 ~ 処理 3 0 3 の実行順序は一例であり、どのような順序で実行されても構わない。

【 0 0 3 9 】

処理 3 0 1 において、音響シミュレータは、会議用マイクロホン 1 0 4 に関する情報の登録処理を実行する。ここでの情報は、中央演算装置 2 0 3 による処理が可能なように、マウス 2 0 8、キーボード 2 0 9 その他の入力装置を通じて入力される。C A D データが存在しないため、登録（設定）作業は手作業で行われる。他の音響機器の位置情報の登録についても同様である。

【 0 0 4 0 】

なお、会議用マイクロホン 1 0 4 の情報には、テレビ会議システム設置環境 1 0 1 内の設置場所、マイクロホンの指向特性、マイクロホンの向き等が含まれる。

【 0 0 4 1 】

図 4 に、会議用マイクロホン 1 0 4 の情報の登録例を示す。なお、後述するように、図 4 に示す登録項目は、測定用マイクロホンの情報の場合にも共通である。ただし、会議用の情報と測定用の情報は別テーブルで管理される。

【 0 0 4 2 】

図 4 の各行が、各マイクロホンの情報に対応する。図 4 の場合、3 台のマイクロホンの使用が想定されている。各行には、マイクロホンを一意に特定するマイクロホン I D が付与されている。また、各行には、マイクロホンの三次元的な位置（ x ， y ， z ）及び向きが記憶されている。単位に一貫性があれば、任意の単位系を使用できる。座標系は絶対座標とし、テレビ会議システム設置環境 1 0 1 毎に同じ座標系を使用することを想定する。

【 0 0 4 3 】

なお、会議用マイクロホン 1 0 4 が未設定の場合、設置予定の座標値を入力しても良い。会議用マイクロホン 1 0 4 の場所を指定する座標値には、例えば実測値を入力する。設置位置に関する情報を参照可能な場合には、その情報を手入力しても良い。この形態例の場合、会議用マイクロホン 1 0 4 は既設であり、測定用マイクロホンアレイ 1 0 6 や測定用スピーカアレイ 1 0 7 の設置位置を実測する際の基準点として使用する。

【 0 0 4 4 】

この他、各行には、マイクロホンの指向特性の情報が付与されている。指向特性の情報から、正面に対する方位角毎の音圧レベルが一意に定まる。指向特性は、一般的には、マイクロホンのカタログ等から知ることができる。

【 0 0 4 5 】

処理 3 0 2 において、音響シミュレータは、会議用スピーカ 1 0 3 に関する情報の登録処理を実行する。ここでの情報も、中央演算装置 2 0 3 における処理が可能なように、マウス 2 0 8、キーボード 2 0 9 その他の入力装置を通じて入力される。

【 0 0 4 6 】

会議用スピーカ 1 0 3 の情報には、テレビ会議システム設置環境 1 0 1 内の設置場所、スピーカの放射特性、スピーカの向き等が含まれる。

【 0 0 4 7 】

図 5 に、会議用スピーカ 1 0 3 の情報の登録例を示す。なお、後述するように、図 5 に示す登録項目は、測定用スピーカアレイの情報の登録にも使用できる。ただし、会議用の情報と測定用の情報とは別テーブルで管理される。

【 0 0 4 8 】

図 5 の各行が、各スピーカの情報に対応する。図 5 の場合、3 台のスピーカの使用が想定されている。各行には、スピーカを一意に特定するスピーカ I D が付与されている。ま

10

20

30

40

50

た、各行には、スピーカの三次元的な位置 (x, y, z) 及び向きが記憶される。単位系は任意であるが、マイクロホンと同じ座標系を使用する。

【0049】

なお、会議用スピーカ103が未設の場合には設置予定の座標値を入力しても良い。会議用スピーカ103の場所を指定する座標値には、例えば実測値を入力する。設置位置に関する情報を参照可能な場合には、その情報を手入力しても良い。なお、会議用スピーカ103が既設の場合には、当該設定位置を、測定用マイクロホンアレイ106や測定用スピーカアレイ107の設置位置を実測する際の基準点に使用しても良い。

【0050】

この他、各行には、スピーカの放射特性の情報が付与されている。放射特性の情報から、正面に対する方位角ごとの音圧レベルが一意に定まる。放射特性は、一般的には、スピーカのカタログ等から知ることができる。

10

【0051】

処理303において、音響シミュレータは、想定話者位置に関する情報の登録処理を実行する。想定話者位置とは、テレビ会議の参加者の着席位置として想定される範囲を指定する情報である。ここでの情報も、中央演算装置203における処理が可能なように、マウス208、キーボード209その他の入力装置を通じて入力される。

【0052】

図6に、想定話者位置の登録例を示す。図6の各行が、想定話者位置の情報に対応する。想定話者位置が複数であれば、複数の話者位置が設定される。図6は想定話者位置が3つの場合を表している。各行には、想定話者位置を一意に特定する想定話者位置IDが付与されている。また、各行には、想定話者位置の中心位置を与える三次元的な位置 (x, y, z) と当該中心位置に対する範囲を与える半径Rが記憶されている。座標系は絶対座標であり、マイクロホンと同じ座標系を使用する。

20

【0053】

次に、音響シミュレータは、処理304～処理305において、テレビ会議システム設置環境101の音響特性を測定するための計測機器（音響機器）の位置情報等を設定する。処理304と処理305の実行順序は一例であり、いずれが先に実行されても構わない。

【0054】

処理304において、音響シミュレータは、測定用マイクロホン106に関する情報の登録処理を実行する。ここでの情報は、中央演算装置203による処理が可能なように、マウス208、キーボード209その他の入力装置を通じて入力される。

30

【0055】

測定用マイクロホン106の情報には、テレビ会議システム設置環境101内の設置場所、マイクロホンの指向特性、マイクロホンの向き等が含まれる。前述の通り、測定用マイクロホン106に関する情報は、会議用マイクロホン104に関する情報とは別のテーブルに記録される。なお、座標系は絶対座標であり、マイクロホンと同じ座標系を使用する。ここで、測定用マイクロホン106の座標値は、テレビ会議システム設置環境101内に設定された基準点（例えば会議用マイクロホン104）に対する相対的な位置情報として入力しても良い。この入力手法を採用する場合、中央演算装置203によって絶対座標に変換する処理が実行される。

40

【0056】

処理305において、音響シミュレータは、測定用スピーカアレイ107に関する情報の登録処理を実行する。ここでの情報は、中央演算装置203による処理が可能なように、マウス208、キーボード209その他の入力装置を通じて入力される。

【0057】

測定用スピーカアレイ107の情報には、テレビ会議システム設置環境101内の設置場所、スピーカの放射特性、スピーカの向き等が含まれる。前述の通り、測定用スピーカアレイ107に関する情報は、会議用スピーカ103に関する情報とは別のテーブルに記

50

録される。なお、座標系は絶対座標であり、マイクロホンと同じ座標系を使用する。やはり、測定用スピーカアレイ 107 の座標値は、テレビ会議システム設置環境 101 内に設定された基準点（例えば会議用マイクロホン 104）に対する相対的な位置情報として入力しても良い。この入力手法を採用する場合、中央演算装置 203 によって絶対座標に変換する処理が実行される。

【0058】

処理 306 において、音響シミュレータは、テレビ会議システム設置環境 101 内に設置された測定用マイクロホンアレイ 106 と測定用スピーカアレイ 107 を用い、テレビ会議システム設置環境 101 に固有の音響特性を計測する。処理 306 において、音響シミュレータは、測定用スピーカアレイ 107 と測定用マイクロホンアレイ 106 間の伝達特性（インパルス応答）の測定と周囲雑音の測定を実行する。

10

【0059】

図 7 に、処理 306 に対応する処理機能を実現するプログラムの機能ブロック構成を示す。以下の説明では、当該プログラムを音響特性計測部 701 と呼ぶ。音響特性計測部 701 は、インパルス応答測定部 702 と周囲雑音測定部 703 で構成される。

【0060】

インパルス応答測定部 702 は、テレビ会議システム設置環境 101 におけるインパルス応答を、例えば TSP 法（例えば特許文献 1 参照）を用いて測定する。この他、測定用スピーカアレイ 107 から白色雑音などの全周波数成分を含んだ音を放射して測定用マイクロホンアレイ 106 で収録し、マイクロホンで収録された信号と放射音の原信号の相関係数を調べることでインパルス応答を測定しても良い。

20

【0061】

図 7 に示すように、インパルス応答の測定時には、測定用マイクロホンアレイ 106 に接続された多チャンネル A/D 変換装置 202 と、測定用スピーカアレイ 107 に接続された多チャンネル D/A 変換装置 206 を使用する。

【0062】

多チャンネル D/A 変換装置 206 は、インパルス応答測定に用いる白色信号や TSP 信号（音響信号 S3）をインパルス応答測定部 702 から入力し、当該音響信号 S3 をデジタル信号からアナログ信号に変換する。多チャンネル A/D 変換装置 202 は、多チャンネル D/A 変換装置 206 と同期制御され、インパルス応答測定中の音声信号をアナログ信号からデジタル信号（音響信号 S1、S2）に変換する。変換後のデジタル信号は、インパルス応答測定部 702 及び周囲雑音測定部 703 に与える。

30

【0063】

インパルス応答測定部 702 は、与えられた信号に相関係数推定処理や TSP（Time Stretched Pulse）逆変換処理を適用し、インパルス応答 S4 を得る。これらの処理自体は既知であるため、詳細な説明は省略する。

【0064】

一方、周囲雑音測定部 703 は、与えられた信号からテレビ会議システム設置環境 101 内の周囲雑音を測定する。周囲雑音の収録は、実際のテレビ会議中の雑音にできる限り近い雑音が生じるように、テレビ会議システム設置環境 101 の機器を制御する。例えばテレビ会議システム設置環境 101 に空調機やプロジェクタが配備されている場合、それら機器を動作させた状態で周囲雑音を収録する。勿論、周囲雑音の収録時には、測定用スピーカアレイ 107 から音は出力されない。同じく、周囲雑音の収録時には、話者音も誤って収録されないように注意する。ただし、周囲雑音として紙が擦れる音や卓上をたたく音等を想定する場合には、これらの音が収録中に生じるように収録環境を工夫しても良い。

40

【0065】

図 8 に、周囲雑音測定部 703 の詳細ブロック構成を示す。周囲雑音測定部 703 は、測定用マイクロホンアレイ 106 で集音された音響信号 S2 を音源毎の信号 S11、S12、...、S1N に分離する音源分離部 802 と、音源毎の信号から各音源の音量と空間的

50

な場所を推定する音源定位部 803 - 1、803 - 2、...、803 - Nとで構成される。ここで、音源定位部 803 - 1、803 - 2、...、803 - Nは、各音源の音量と音源位置の情報 S5 (S21、S22、... S2N) を出力する。

【0066】

音源分離部 802は、独立成分分析や最小分散ビームフォーマ、非負行列分解その他の一般的な音源分離処理技術を用い、複数チャンネルのマイクロホン入力信号を各音源に対応する信号 S11、S12、...、S1Nに分離する。

【0067】

音源定位部 803 - 1、803 - 2、...、803 - Nは、位相差に基づいたSRP-PHAT (Steered Response Power-Phase Transform) 方式等を使用して各音源の位置を求める。この他、測定用マイクロホンアレイ 106を分散的に配置する場合には、マイクロホン間の振幅比から音源位置を推定する方式を用いても良い。

10

【0068】

処理 307において、音響シミュレータは、音響シミュレーションのための会議用マイクロホン 104と会議用スピーカ 103に関する仮想情報の登録処理を実行する。この処理で登録された情報に基づいて、音響シミュレータは、音響シミュレーションを実行する。ユーザーは、会議用マイクロホン 104と会議用スピーカ 103について登録されている情報に対し、仮想値をそれぞれ登録することができる。すなわち、設置位置、向き及び性能等に関する仮想値をそれぞれ登録することができる。例えば、処理 301及び302で登録された位置と向きの情報をそのまま使用し、会議用マイクロホン 104の指向特性だけを仮想的に変更しても良い。

20

【0069】

この形態例の場合、ユーザーは、これら情報の登録(設定)を、例えばGUI (Graphical User Interface)を用いて実行する。情報の登録は、数値等の直接入力することにより行っても良いし、予め定義されたリストの中から選択する方式を採用しても良い。

【0070】

処理 308において、音響シミュレータは、テレビ会議システム設定環境 101について実測された音響特性と、仮想的に設定された会議用マイクロホン 104や会議用スピーカ 103に関する情報とに基づいて音響シミュレーションを実行し、シミュレーション結果を出力して処理を終了する。

30

【0071】

図9に、処理 308に対応する処理機能を実現するプログラムの機能ブロック構成を示す。以下の説明では、当該プログラムを音響シミュレーション部 901と呼ぶ。音響シミュレーション部 901は、会議参加者の発話のインパルス応答を推定する機能と、会議用スピーカ 104において集音される残留エコー量を推定する機能と、シミュレーション上仮想的に設定されたマイクロホン位置における騒音をシミュレーションする機能を有している。

【0072】

音響シミュレーション部 901は、直接音/残響音分割部 902、想定話者位置のインパルス応答推定部 903、残留エコー推定部 904、想定マイク位置の騒音シミュレーション部 905で構成される。

40

【0073】

直接音/残響音分割部 902は、インパルス応答測定部 702で測定されたインパルス応答 S4を直接音成分と残響音成分とに分割する。図10に、インパルス応答 S4の一例を示す。図中上段は、測定用スピーカ 107と測定用マイクロホン 106の距離が1mの場合に取得されるインパルス応答の波形であり、図中下段は、同距離が3mの場合に取得されるインパルス応答の波形である。ここで、横軸は時間であり、縦軸は信号強度である。

【0074】

図に破線で囲んで示すように、インパルス応答の先頭付近に出現する波形が直接音成分

50

に対応し、それ以後に出現する波形が残響成分に対応する。２つの波形を見比べて分かるように、直接音成分は明らかに距離の影響を受けている。直接音成分のピーク値は、１ｍの方が３ｍの場合よりも大きいことが分かる。一方、残響成分については音量が大きくは変化しないことが分かる。

【００７５】

本例の場合、距離が１ｍと３ｍにおける直接音の比率は約９．５ｄＢ、残響音の比率は約２ｄＢであった。距離が１ｍから３ｍに３倍変化した場合に、約９．５ｄＢだけ音量が小さくなっているため、直接音成分は距離の２乗に反比例して音量が変化していると考えることができる。一方、残響の音量は、距離の変化に対してほぼ無関係に決まると考えられる。

10

【００７６】

まず、直接音／残響音分割部９０２は、インパルス応答Ｓ４の直接音の開始ポイント $s_{\max}$ を、以下の式を用いて求める。

【００７７】

【数１】

$$s_{\max} = \arg \max_s \sum_{t=s}^{s+w} |h(t)|^2 \quad \dots (式1)$$

20

【００７８】

なお、直接音の終了ポイントは、 $s_{\max} + w$ で与えられる。ここで、 w は窓幅であり、固定値に設定する。

【００７９】

次に、直接音／残響音分割部９０２は、開始ポイント $s_{\max}$ を用い、インパルス応答の直接音成分 h_{direct} を、以下の関係式を用いて求める。

【００８０】

【数２】

$$h_{\text{direct}}(t) = \begin{cases} h(t) & \text{if } s_{\max} \leq t \leq s_{\max} + w \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad \dots (式2)$$

30

【００８１】

一方、直接音／残響音分割部９０２は、残響成分 h_{reverb} を、以下の式を用いて求める。

【数３】

$$h_{\text{reverb}}(t) = h(t) - h_{\text{direct}}(t) \quad \dots (式3)$$

40

【００８２】

想定話者位置のインパルス応答推定部９０３は、インパルス応答の直接音成分 h_{direct} と残響成分 h_{reverb} を使用し、想定話者位置からの発話を仮想的に配置された会議用マイクロホンで受音する場合におけるインパルス応答を推定する。なお、インパルス応答推定部９０３には、想定話者位置の情報と想定する会議マイクロホンの情報が与えられている。図９では、これらの情報をＳ４１で示す。インパルス応答 h_{synth} は次式で与えられる。

【００８３】

50

【数 4】

$$h_{\text{synth}}(t) = \begin{cases} \frac{\alpha \beta_{\text{post}} \gamma_{\text{post}}}{\beta_{\text{pre}} \gamma_{\text{pre}}} h_{\text{direct}}(t) & \text{if } s_{\text{max}} \leq t \leq s_{\text{max}} + w \\ h_{\text{reverb}}(t) & \text{otherwise} \end{cases}$$

… (式 4)

【0084】

10

ここで、 α は直接音成分の減衰率とし、次式で与えられる。

【数 5】

$$\alpha = \frac{r_{\text{pre}}^2}{r_{\text{post}}^2}$$

… (式 5)

【0085】

20

ここで、 r_{pre} は、インパルス応答を測定した際に用いた測定用スピーカアレイ 107 と測定用マイクロホンアレイ 106 間の距離とする。 r_{post} は、想定話者位置と会議用マイクロホン 104 間の距離とする。想定話者位置は、一点ではなく大きさを持っている。このため、設定された想定話者位置の範囲の中で最も大きな r_{post} を与える r_{post} を設定する。

【0086】

β_{pre} はインパルス応答の測定に用いた測定用マイクロホンアレイ 106 の指向特性に依存して決まる係数とする。この形態例の場合、測定用マイクロホンアレイ 106 が向いている方向を基準方向とし、当該方向に対する測定用スピーカアレイ 107 の相対的な方向に対応する測定用マイクロホンアレイ 106 の指向特性を β_{pre} とする。

【0087】

30

β_{post} は、仮想的に配置した会議用マイクロホンの指向特性に依存して決まる係数とする。この形態例の場合、会議用マイクロホンの向いた方向を基準方向とし、当該方向に対する相対話者位置の相対的な方向に対応する測定用マイクロホンアレイ 106 の指向特性を β_{post} とする。

【0088】

γ_{pre} はインパルス応答の測定に使用した測定用スピーカアレイ 107 の放射特性に依存して決まる係数とする。この形態例の場合、測定用スピーカアレイ 107 の向いた方向を基準方向とし、当該方向に対する測定用マイクロホンアレイ 106 の相対的な方向に対応する測定用スピーカアレイ 107 の放射特性を γ_{pre} とする。

【0089】

40

γ_{post} は仮想的に配置した想定話者位置の放射特性に依存して決まる係数とする。この形態例の場合、想定話者の向いている方向を基準方向とし、当該方向に対する会議用マイクロホンの相対的な方向に対応する想定話者の放射特性を γ_{post} とする。

【0090】

一般に、想定話者は、会議室内に設置されたディスプレイを目視できる方向に向いていると考えられる。このため、この形態例の場合、想定話者位置を、ディスプレイの対面位置に設定する。また、想定話者の放射特性は、予めダミーヘッド等で測定し、データベースに保持しておくことが望ましい。

【0091】

想定話者位置のインパルス応答推定部 903 は、想定話者位置毎に生成したインパルス

50

応答 h_{synth} を出力して処理を終了する。測定されたインパルス応答が複数存在する場合、インパルス応答推定部903は、 r_{pre} と r_{post} の差が最小となるようなインパルス応答を選択する。

【0092】

残留エコー推定部904は、仮想的に配置した会議用マイクロホンの位置における残留エコーを推定する。この前処理として、残留エコー推定部904は、仮想的に配置した会議用スピーカから仮想的に配置した会議用マイクロホンまでのインパルス応答を、インパルス応答S4の直接音成分と残響成分に基づいて生成する。この残留エコー推定部904によるインパルス応答の生成は、想定話者位置のインパルス応答推定部903と同様の処理手順により行う。生成したインパルス応答を h_{echo} とする。なお、残留エコー推定部904には、想定話者位置、想定する会議用マイクロホンと会議用スピーカの情報が与えられている。図9では、これらの情報をS42で示す。

10

【0093】

次に、残留エコー推定部904は、残留エコーのインパルス応答 h_{residual} を次式より算出する。

【0094】

【数6】

$$h_{\text{residual}}(t) = \begin{cases} \lambda h_{\text{echo}}(t) & \text{if } t \leq t_{\text{spec}} \\ h_{\text{echo}}(t) & \text{otherwise} \end{cases}$$

20

… (式6)

【0095】

ここで、 λ 及び t_{spec} は、使用するエコーキャンセラの仕様に基づいて決まるパラメータである。例えばエコー消去時間T秒、20dBという性能を有するエコーキャンセラの場合、 λ は0.1、 t_{spec} はT秒に相当する。これらの情報を図9ではS43で示す。残留エコー推定部904は、 h_{echo} と h_{residual} を出力して処理を終了する。

【0096】

想定マイク位置の騒音シミュレーション部905は、音源分離により分離された音源の音量と位置の情報S21～S2Nを利用し、想定マイク位置の騒音レベル P_{noise} を推定する。

30

【0097】

【数7】

$$P_{\text{noise}} = \sum_{i=1}^N \frac{r_{\text{post}}(i)^2}{r_{\text{pre}}(i)^2} P_{\text{observed}}(i)$$

… (式7)

【0098】

ここで、Nは音源の数とする。 $P_{\text{observed}}(i)$ は、音源分離により分離されたi番目の音源の音量とする。 $r_{\text{pre}}(i)$ は、i番目の音源位置と音響特性測定用マイクロホンまでの距離とし、 $r_{\text{post}}(i)$ は、i番目の音源位置と仮想的に配置した会議用マイクロホンまでの距離とする。なお、図9では、想定する会議用マイクロホンの情報をS44で示す。騒音シミュレーション部905は、推定した騒音レベル P_{noise} を出力して処理を終了する。

40

【0099】

なお、必要に応じ、音響シミュレータは、シミュレーションの結果として算出されたインパルス応答 h_{synth} 、 h_{echo} 、 h_{residual} 及び騒音レベル P_{noise} を文字や図形によりディスプレイ210上に表示する。ユーザーは、この画面表示の内容を確認することにより、会議用マイクロホン104や会議用スピーカ103をシミュレーションの対象となった仮想位置で使用した場合にどのような音響特性が得られるかを事前に判断することができる。

50

【 0 1 0 0 】

このように、本形態例に係る音響シミュレータは、設置位置の仮想的な調整によりシミュレーションを実行する点において、音声信号処理のパラメータを調整する従来技術とは明らかに異なっている。

【 0 1 0 1 】

(音響コンサルティング装置としての処理 1)

続いて、本形態例に係る音響コンサルティング装置としての処理動作を説明する。ここでは、ユーザーにより仮想的に入力された会議用マイクロホンとスピーカの使用条件が所望の性能を満たしているか否かを入力の都度判定し、判定結果をユーザーに通知する場合について説明する。

10

【 0 1 0 2 】

音響コンサルティング装置は、前述した音響シミュレーションの処理結果(すなわち、推定音響信号)を評価し、テレビ会議システム設定環境 1 0 1 に適した会議用マイクロホン 1 0 4 や会議用スピーカ 1 0 3 の最適な配置であるか否かの評価結果を出力する。勿論、形態例に係る音響コンサルティング装置では、テレビ会議システム設定環境 1 0 1 に関する C A D データを使用できないことが前提である。

【 0 1 0 3 】

図 1 1 に、音響コンサルティング装置の処理手順の概略を示す。なお、図 1 1 には、図 3 との対応部分に同一符号を付して示している。図 1 1 と図 3 の違いは、処理 3 0 9、処理 3 1 0 及び処理 3 1 1 である。

20

【 0 1 0 4 】

処理 3 0 9 では、音響シミュレーションの結果を評価するための評価性能の設定が実行される。ここでの所望性能の入力も、ユーザーが、マウス 2 0 8、キーボード 2 0 9 その他の入力装置の操作を通じて入力する。図 1 2 に、所望性能の一例を示す。図 1 2 においては、会議用マイクロホン 1 0 4 で集音される話者発話の残響比量、環境雑音比量、音響エコーキャンセラ後の残留エコー比量が定義されている。いずれも SNR (Signal To Noise Ratio) の形式で定義されている。

【 0 1 0 5 】

なお、図 1 1 の場合、処理 3 0 9 は、音響特性の計測処理(処理 3 0 6)とマイクロホン及びスピーカの仮想情報の設定処理(処理 3 0 7)の間に配置されているが、シミュレーション結果の判定処理(処理 3 1 0)を実行する前であれば、どの時点に配置しても良い。

30

【 0 1 0 6 】

また、図 1 1 に示す音響コンサルティング装置の場合、処理 3 0 7 で登録される会議用マイクロホン 1 0 4 と会議用スピーカ 1 0 3 の仮想情報は、シミュレーション結果を評価するための初期条件を与えているのに過ぎない。このため、本形態例の場合には、処理 3 0 1 と処理 3 0 2 で登録された情報をそのまま読み出して仮想情報として登録しても良い。

【 0 1 0 7 】

処理 3 1 0 において、音響コンサルティング装置は、仮想的な会議用マイクロホンと会議用スピーカについて実行された音響環境のシミュレーション結果が、ユーザーが予め設定した所望の性能を満たしているか否かを判定する。

40

【 0 1 0 8 】

ここで、性能を満たすと判定された場合、音響コンサルティング装置は、会議用マイクロホン 1 0 3 と会議用スピーカ 1 0 4 について仮想的に設定されている情報を、所望の性能を満たす条件として出力し、処理を終了する。例えば所望の性能が得られる会議用マイクロホン 1 0 4 と会議用スピーカ 1 0 3 の位置と向き情報を出力する。

【 0 1 0 9 】

これに対し、性能を満たさないと判定された場合、音響コンサルティング装置は、処理 3 1 1 に進む。当該処理 3 1 1 において、音響コンサルティング装置は、シミュレーショ

50

ン用に仮想的に登録された会議用マイクロホン104と会議用スピーカ103の情報に対する変更を受付ける処理を実行する。登録情報に対する変更の入力には、処理307で用いたユーザーインターフェースを用いる。なお、登録情報の変更の入力は、ユーザーが個別に手入力する方法と自動設定する方法が考えられる。自動設定については後述する。いずれにしても、設定情報の変更の完了がユーザーから指示入力されると、音響コンサルティング装置は、処理308に戻り、変更後の情報に基づいて音響シミュレーションを実行する。

【0110】

図13に、音響シミュレーション結果が所望の性能を満たしているか否かを判定するために使用するプログラムの機能ブロック構成を示す。以下の説明では、当該プログラムを性能評価部1301と呼ぶ。性能評価部1301は、以下に示す3つの評価部と1つの比較部で構成される。

10

【0111】

直接音/残響音比率評価部1302は、想定話者位置のインパルス応答 h_{synth} から直接音成分 h_{direct} と残響音成分 h_{reverb} の比率を評価する。まず、音響コンサルティング装置は、入力のあったインパルス応答 h_{synth} を式2と式3を用いて直接音成分 $h_{\text{direct}}(t)$ と残響音成分 $h_{\text{reverb}}(t)$ に分離する。これらの成分が得られると、直接音/残響音比率評価部1302は、次式に基いて直接音成分と残響音成分の比率 P_{reverb} を算出する。

【0112】

【数8】

20

$$P_{\text{reverb}} = 10 \log_{10} \frac{\sum_t h_{\text{direct}}(t)^2}{\sum_t h_{\text{reverb}}(t)^2} \quad \dots (\text{式8})$$

【0113】

直接音/残響音比率評価部1302は、算出した比率 P_{reverb} のうち最小値を出力する。

話者発話/残留エコー比率評価部1303は、想定話者位置毎に式9に基づいて比率 P_{echo} を推定する。

30

【0114】

【数9】

$$P_{\text{echo}} = 10 \log_{10} \frac{\rho \sum_t h_{\text{direct}}(t)^2}{\mu \sum_t h_{\text{residual}}(t)^2} \quad \dots (\text{式9})$$

【0115】

40

ここでの ρ は、式10で求める。

【数10】

$$\rho = \frac{A}{\sum_t h_{1,\text{direct}}(t)^2} \quad \dots (\text{式10})$$

【0116】

なお、 $h_{1,\text{direct}}$ は、仮想的に設定された会議用マイクロホンの位置と想定話者位置の距離が1mの場合におけるインパルス応答を表している。また、Aは1mの距離における

50

想定話者音量である。μは、式 1 1 により求められる。

【 0 1 1 7 】

【 数 1 1 】

$$\mu = \frac{B}{\sum_i h_{sp}(t)^2}$$

… (式 1 1)

【 0 1 1 8 】

ここで、 h_{sp} は、仮想的に設定された会議用スピーカの位置から想定話者位置までのインパルス応答を表している。Bは、想定話者位置におけるスピーカ出力信号の音圧レベルである。

【 0 1 1 9 】

話者発話 / 残留エコー比率評価部 1 3 0 3 は、 P_{echo} の最小値を求めて出力する。

話者発話 / 騒音比率評価部 1 3 0 4 は、想定話者位置毎に式 1 2 で定義される P_n を求め、 P_n の最小値を求めて出力する。

【 0 1 2 0 】

【 数 1 2 】

$$P_n = 10 \log_{10} \frac{\rho \sum_t h_{direct}(t)^2}{P_{noise}}$$

… (式 1 2)

【 0 1 2 1 】

所望性能比較部 1 3 0 5 は、ユーザーにより設定された所望性能 S 5 1 と、前段の各部で算出された P_{reverb} 、 P_{echo} 及び P_n とを比較して、各値が所望性能に収まっているか否かを判定する。各値についての比較結果が判定結果 S 5 2 として出力される。

【 0 1 2 2 】

音響コンサルティング装置は、当該判定結果を文字や図形によりディスプレイ 2 1 0 上に表示する。ユーザーは、この画面表示の内容を確認することにより、仮想的に指定した条件を満たす会議用マイクロホン 1 0 4 や会議用スピーカ 1 0 3 の使用が所望の性能を満たすか否かの判定結果を知ることができる。また、所望の性能を満たさない場合には、新たな候補の指定を繰り返すことで、所望の性能が得られる条件を検索することができる。

【 0 1 2 3 】

(音響コンサルティング装置としての処理 2)

ここでも、本形態例に係る音響コンサルティング装置の処理動作例を説明する。ここでは、音響コンサルティング装置が、会議用マイクロホンとスピーカの仮想条件が所望の性能を満たすように自動的に修正する機能を搭載する場合について説明する。

【 0 1 2 4 】

図 1 4 に、音響コンサルティング装置の処理手順の概略を示す。なお、図 1 4 には、図 1 1 との対応部分に同一符号を付して示しており、処理 3 0 8 までの処理内容は図 1 1 と同様である。従って、以下では、処理 3 0 8 の音響シミュレーションが実行された後の時点から説明を開始する。

【 0 1 2 5 】

処理 3 1 1 において、音響コンサルティング装置は、予めユーザーが設定した所望性能とシミュレーション結果との誤差を確認する。この処理は、図 1 3 に示す所望性能比較部 1 3 0 5 において実行される。この処理 3 1 1 の後、音響コンサルティング装置は、処理 3 1 2 に進む。

【 0 1 2 6 】

10

20

30

40

50

処理 3 1 2 において、音響コンサルティング装置は、1 つ前のシミュレーション実行回における誤差と今回のシミュレーション実行回における誤差との差分が、所定の閾値以下か否か（すなわち、収束条件を満たすか否か）判定する。この処理 3 1 2 において否定結果が得られた場合、音響コンサルティング装置は、処理 3 1 3 に進む。

【 0 1 2 7 】

処理 3 1 3 において、音響コンサルティング装置は、例えば式 1 3 に定義する評価関数 C が最小勾配方向に遷移するように、会議用マイクロホンとスピーカの仮想情報を変更する。

【 0 1 2 8 】

【 数 1 3 】

10

$$C = aP_{\text{reverb}} + bP_{\text{echo}} + cP_n$$

… (式 1 3)

【 0 1 2 9 】

ここで、 a 、 b 、 c はそれぞれ性能評価尺度の重みを表している。

なお、本明細書の場合、マイクロホンの位置とスピーカの位置をそれぞれ微小方向だけずらした場合におけるコスト関数 C の変化値を ΔC とする。また、最小勾配方向に動かす場合の微小方向をそれぞれ ΔM 及び ΔS とする。

20

【 0 1 3 0 】

ΔM は三次元ベクトルで与えられ、会議用マイクロホンの位置を特定する座標値 x 、 y 、 z それぞれの変化量を表している。 ΔS は同様に三次元ベクトルで与えられ、会議用スピーカの位置を特定する座標値 x 、 y 、 z それぞれの変化量を表している。

【 0 1 3 1 】

また、行列 $[M S]_{\text{new}}$ は、次式に示すように、最小勾配方向に動かした後の仮想的な会議用マイクロホンの配置とスピーカの配置を示し、行列 $[M S]_{\text{old}}$ は、最小勾配方向に動かす前の仮想的な会議用マイクロホンの配置及びスピーカの配置を示している。

【 0 1 3 2 】

【 数 1 4 】

30

$$\begin{bmatrix} M \\ S \end{bmatrix}_{\text{new}} = \begin{bmatrix} M \\ S \end{bmatrix}_{\text{old}} - \delta \begin{bmatrix} \frac{\Delta C}{\Delta M} \\ \frac{\Delta C}{\Delta S} \end{bmatrix}$$

… (式 1 4)

【 0 1 3 3 】

このように仮想情報を自動的に変更した後、音響コンサルティング装置は、処理 3 0 8 の音響シミュレーションの実行に戻る。

40

【 0 1 3 4 】

なお、処理 3 1 2 において肯定結果が得られた場合（誤差が所定の閾値より小さく、収束条件を満たす場合）、音響コンサルティング装置は、処理 3 1 0 に進む。すなわち、音響コンサルティング装置は、シミュレーション結果が所望の性能を満たすか否かを判定する。この判定処理自体は、図 1 1 の場合と同様である。なお、シミュレーション結果が所望の性能を満たしている場合、音響コンサルティング装置は、その時点で処理を終了する。

【 0 1 3 5 】

一方、否定結果が得られた場合、音響コンサルティング装置は、処理 3 1 4 において会議用マイクロホンの数を一つ増やし、その後、処理 3 0 8 の音響シミュレーションの実行

50

に戻る。

【0136】

このように、本形態例の場合に、音響コンサルティング装置が、自動的にテレビ会議に最適な会議用マイクロホンの位置と会議用マイクロホンの位置（必要に応じて会議用マイクロホンの数）を設定することができる。勿論、当該判定結果は、文字や図形によりディスプレイ210上に表示される。このため、ユーザーは、テレビ会議システム設置環境101のCADデータを有していない場合でも、会議用マイクロホンとスピーカの最適な数と位置に関する情報を自動的に得ることができる。

【0137】

なお、前述の形態例においては、所望の性能を満たす条件が発見された時点でその情報10を出力し、仮想情報の変更処理と変更後の情報に基づくシミュレーションの実行及び評価を停止しているが、ユーザーによって予め設定された可変範囲内で仮想情報の変更と変更後の情報に基づくシミュレーションの実行及び評価を繰り返し、可変可能な範囲のうちで所望の性能を満たす空間配置やその他の条件を画面上に表示しても良い。この場合、所望の性能を満たす範囲内でもユーザーの希望を反映した配置を選択的に導入することができ、使い勝手を向上することができる。

【0138】

（他の形態例）

なお、本発明は上述した形態例に限定されるものでなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上述した形態例は、本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある形態例の一部を他の形態例の構成に置き換えることが可能であり、また、ある形態例の構成に他の形態例の構成を加えることも可能である。また、各形態例の構成の一部について、他の構成を追加、削除又は置換することも可能である。20

【0139】

また、上述した各構成、機能、処理部、処理手段等は、それらの一部又は全部を、例えば集積回路その他のハードウェアとして実現しても良い。また、上記の各構成、機能等は、プロセッサがそれぞれの機能を実現するプログラムを解釈し、実行することにより実現しても良い。すなわち、ソフトウェアとして実現しても良い。各機能を実現するプログラム、テーブル、ファイル等の情報は、メモリやハードディスク、SSD（Solid State Drive）等の記憶装置、ICカード、SDカード、DVD等の記憶媒体に格納することができる。30

【0140】

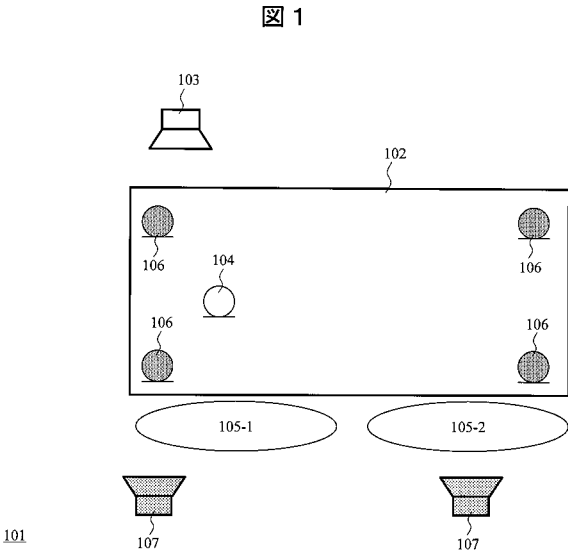
また、制御線や情報線は、説明上必要と考えられるものを示すものであり、製品上必要な全ての制御線や情報線を表すものでない。実際にはほとんど全ての構成が相互に接続されていると考えて良い。

【符号の説明】

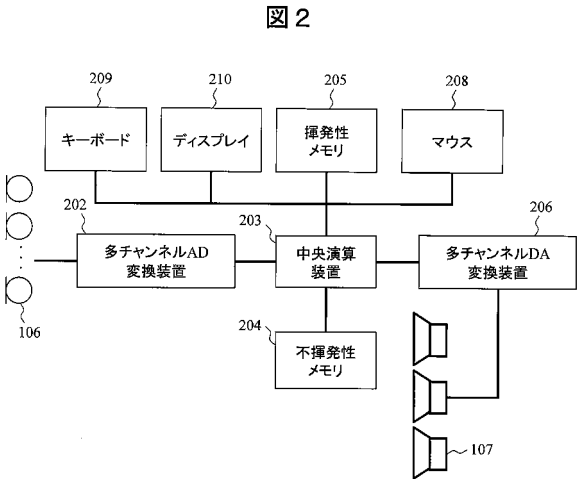
【0141】

101...テレビ会議システム設置環境、102...机、103...会議用スピーカ、104...会議用マイクロホン、105-1...想定話者位置、105-2...想定話者位置、106...測定用マイクロホンアレイ、107...測定用スピーカアレイ、202...多チャンネルAD変換装置、203...中央演算装置、204...不揮発性メモリ、205...揮発性メモリ、206...多チャンネルDA変換装置、208...マウス、209...キーボード、210...ディスプレイ、701...音響特性計測部、702...インパルス応答測定部、703...周囲雑音測定部、802...音源分離部、803-1、803-2、803-N...音源定位部、901...音響シミュレーション部、902...直接音/残響音分割部、903...想定話者位置のインパルス応答推定部、904...残留エコー推定部、905...想定マイク位置の騒音シミュレーション部、1301...性能評価部、1302...直接音/残響音比率評価部、1303...話者発話/残留エコー比率評価部、1304...話者発話/騒音比率評価部、1305...所望性能比較部40

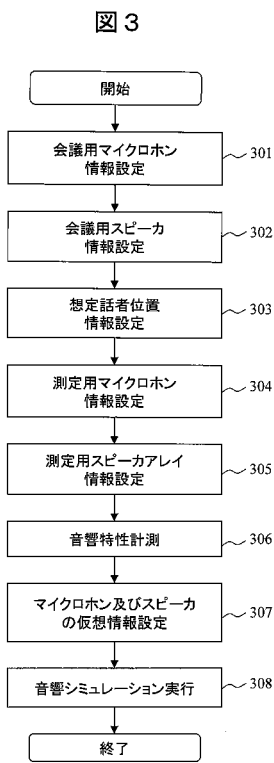
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】

図 4

マイクロホンID	X	Y	Z	向き	指向性
M1	1.0	1.04	0.0	0	無指向性
M2	1.0	1.0	0.0	80	無指向性
M3	1.0	0.0	1.0	-90	超指向性

【 図 5 】

図 5

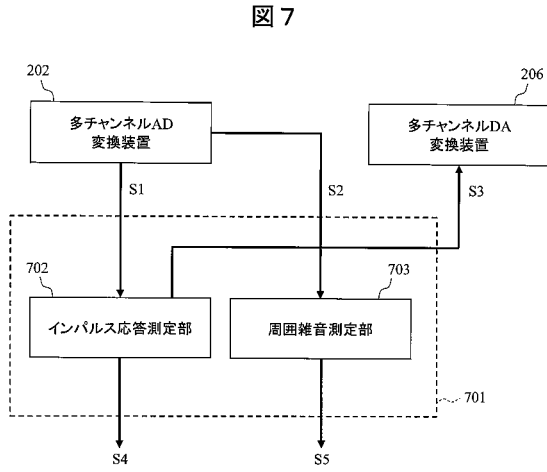
スピーカーID	X	Y	Z	向き	放射特性
S1	0.0	0.5	1.0	90	無指向性
S2	0.5	0.3	1.0	180	無指向性
S3	0.2	0.7	1.0	-90	超指向性

【 図 6 】

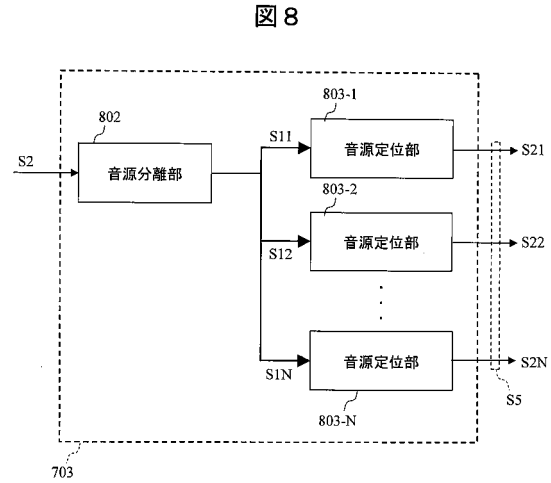
図 6

話者位置ID	X	Y	Z	R
P1	0.0	1.2	1.5	0.5
P2	1.0	0.7	1.5	0.5
P3	0.7	0.2	1.5	0.5

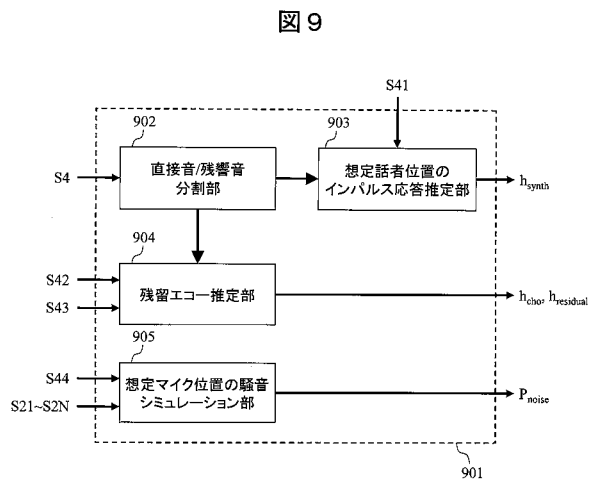
【図 7】



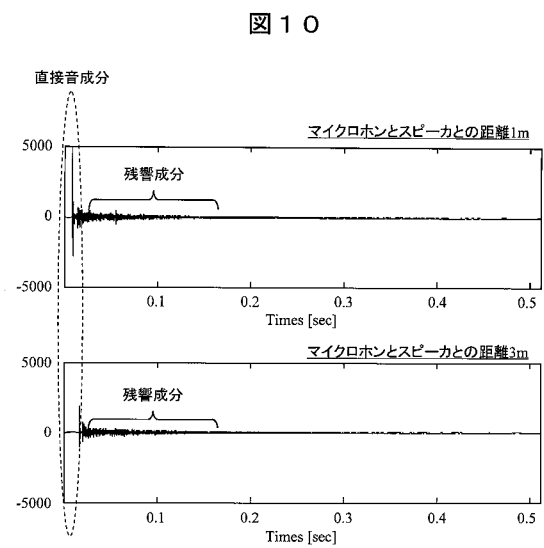
【図 8】



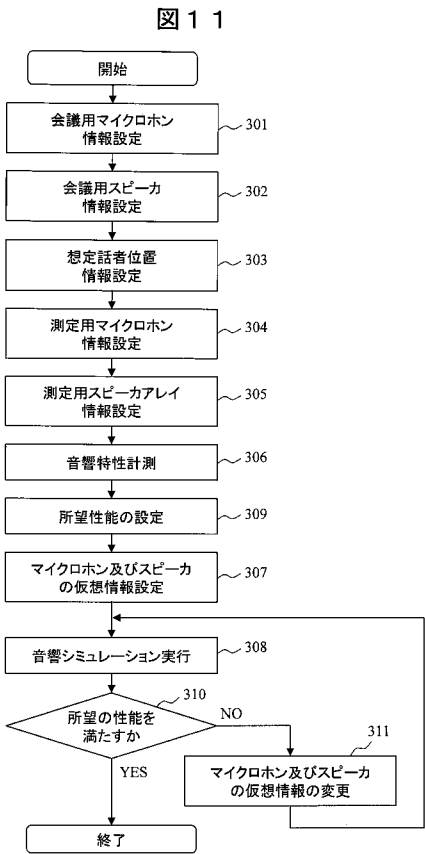
【図 9】



【図 10】



【 図 1 1 】

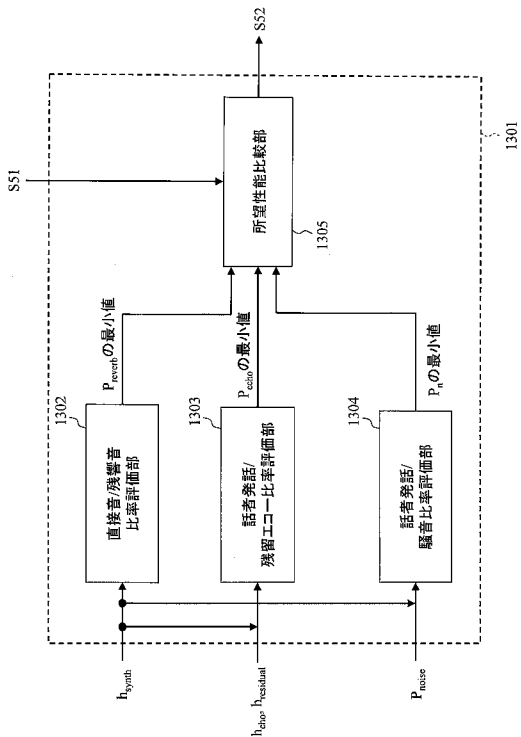


【 図 1 2 】

図 1 2

所望性能	残響比量(SNR)	雑音比量(SNR)	残留エコー比量(SNR)
	10dB	20dB	-40dB

【 図 1 3 】



【 図 1 4 】

