

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2013-516826

(P2013-516826A)

(43) 公表日 平成25年5月13日(2013.5.13)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H O 4 R 3/04 (2006.01)	H O 4 R 3/04	5 D 2 2 O
G 1 O K 15/00 (2006.01)	G 1 O K 15/00	M

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 33 頁)

(21) 出願番号 特願2012-546498 (P2012-546498) (86) (22) 出願日 平成22年10月7日 (2010.10.7) (85) 翻訳文提出日 平成24年8月15日 (2012.8.15) (86) 国際出願番号 PCT/GB2010/001882 (87) 国際公開番号 W02011/080499 (87) 国際公開日 平成23年7月7日 (2011.7.7) (31) 優先権主張番号 0922702.6 (32) 優先日 平成21年12月30日 (2009.12.30) (33) 優先権主張国 英国 (GB)	(71) 出願人 510244846 オックスフォード デジタル リミテッド イギリス, オックスフォードシャー オ ーエックス29 8エイチビー, ストー ンズフィールド, ファーリー レーン 1 (74) 代理人 100107456 弁理士 池田 成人 (74) 代理人 100148596 弁理士 山口 和弘 (74) 代理人 100123995 弁理士 野田 雅一
---	---

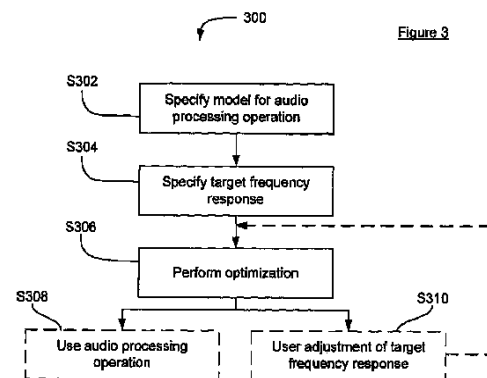
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 音声処理動作の構成の決定

(57) 【要約】

音声処理動作の構成を決定する、コンピュータで実施される方法であって、音声処理動作は、1つ又は複数の音声処理下位動作の所定のセットからなり、各音声処理下位動作は、1つ又は複数の個々の構成パラメータで構成可能であり、方法は、1つ又は複数の音声処理下位動作の所定のセットを指定するステップと、目標周波数応答を指定するステップと、収束性の最適化過程を行って、音声処理動作の周波数応答と目標周波数応答との差を低減する音声処理動作の構成を決定するステップであって、構成は、各音声処理下位動作の各構成パラメータの個々の値を含む、ステップとを含む方法。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

音声処理動作の構成を決定する、コンピュータで実施される方法であって、前記音声処理動作は、1つ又は複数の音声処理下位動作の所定のセットからなり、各音声処理下位動作は、1つ又は複数の個々の構成パラメータで構成可能であり、方法は、

1つ又は複数の音声処理下位動作の前記所定のセットを指定するステップと、
目標周波数応答を指定するステップと、

収束性の最適化過程を行って、前記音声処理動作の前記周波数応答と前記目標周波数応答との差を低減する前記音声処理動作の構成を決定するステップであり、前記構成は、各音声処理下位動作の各構成パラメータの個々の値を含む、ステップとを含む方法。

10

【請求項 2】

前記目標周波数応答を指定するステップが、

複数の初期周波数応答を指定するサブステップと、

前記初期周波数応答を組み合わせる前記目標周波数応答を形成するサブステップとを含む請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

複数の初期周波数応答を指定するステップが、

(a) 音声機器又は部屋の周波数応答を測定し、測定された周波数応答を初期周波数応答として使用するサブステップ、

20

(b) 音声機器又は部屋の周波数応答を測定し、測定された周波数応答の逆数を初期周波数応答として使用するサブステップ、

(c) 所定の周波数応答を初期周波数応答として使用するサブステップ、

(d) ユーザに周波数応答を表す曲線を変更させて所望の周波数応答を定義させ、前記所望の周波数応答を初期周波数応答として使用するサブステップ、

(e) 音声イコライザ又は複数の音声イコライザの組み合わせの周波数応答を初期周波数応答として使用するサブステップ

の1つ又は複数を含む請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記初期周波数応答を組み合わせる前記目標周波数応答を形成するステップが、

30

前記初期周波数応答の1つ又は複数を重み付けするサブステップ、

少なくとも2つの初期周波数応答を加算するサブステップ、

1つの初期周波数応答を別の初期周波数応答から減算するサブステップ、

第1の周波数範囲にわたる1つの初期周波数応答によって定義された周波数応答を使用し、第2の周波数範囲にわたる別の初期周波数応答によって定義された周波数応答を使用するサブステップ

の1つ又は複数を含む請求項 2 又は 3 に記載の方法。

【請求項 5】

前記指定される目標周波数応答が1つ又は複数の音声処理下位動作の前記所定のセットから独立している、前記請求項のいずれか一項に記載の方法。

40

【請求項 6】

収束性の最適化過程を行うステップが、

1つの音声処理下位動作について

その音声処理下位動作に関連する1つ又は複数の制御設定を調整して、前記音声処理動作の前記周波数応答と前記目標周波数応答との差を低減するサブステップと、

その音声処理下位動作の各構成パラメータを、その音声処理下位動作に関連する前記1つ又は複数の制御設定の少なくとも1つの個々の関数として決定するサブステップとを含む前記請求項のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 7】

制御設定が、音声イコライザの操作により調整可能な音声フィルタの性質に対応する請

50

求項 6 に記載の方法。

【請求項 8】

当該 / 各制御設定について、その制御設定の調整によって生じる個々の音声処理下位動作の前記周波数応答の変化が、その制御設定の調整に単調に関連する請求項 6 又は 7 に記載の方法。

【請求項 9】

当該 / 各制御設定について、その制御設定の調整が、前記個々の音声処理下位動作の周波数応答に実質的に局所的な変化を生じさせる、請求項 6 ~ 8 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 10】

当該 / 各制御設定について、その制御設定の調整により生じる前記個々の音声処理下位動作の周波数応答の変化の大きさが、その制御設定の調整の大きさに実質的に比例する、請求項 6 ~ 9 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 11】

前記収束性の最適化過程を行った後に、
ユーザに前記目標周波数応答を変更させるステップと、
前記変更された目標周波数応答に基づいて前記収束性の最適化過程を行うステップと
を含む前記請求項のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 12】

前記 1 つ又は複数の音声処理下位動作の 1 つが全利得の調整である、前記請求項のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 13】

前記 1 つ又は複数の音声処理下位動作の 1 つ又は複数がフィルタセクションである、前記請求項のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 14】

当該 / 各フィルタセクションが、4 つの構成パラメータ及び所定の全利得を有する 2 次フィルタセクションである、請求項 13 に記載の方法。

【請求項 15】

入力音声データを受け取るステップと、
前記決定された構成に従って構成された前記音声処理動作を使用して前記入力音声データを処理するステップと、
処理後の入力音声データを出力するステップと
を含む前記請求項のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 16】

前記受け取り、処理、及び出力のステップを行いながら、
新しい目標周波数応答を指定するサブステップと、
前記収束性の最適化過程を行って、前記新しい目標周波数応答に基づいて前記音声処理動作の新しい構成を決定するサブステップであって、その後当該新しい構成を使用するように前記処理ステップが構成される、サブステップと
を含む請求項 15 に記載の方法。

【請求項 17】

前記音声処理動作の前記周波数応答と前記目標周波数応答との差が二乗平均平方根誤差である、前記請求項のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 18】

前記音声処理動作の前記周波数応答と前記目標周波数応答との差が、ユーザによって定義された周波数のセットにわたって測定される、前記請求項のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 19】

音声処理動作の構成を決定する、コンピュータで実施される方法であって、前記音声処理動作は、1 つ又は複数の音声処理下位動作の所定のセットからなり、各音声処理下位動

10

20

30

40

50

作は、１つ又は複数の個々の構成パラメータで構成可能であり、方法は、

１つ又は複数の音声処理下位動作の前記所定のセットを指定するステップと、
目標位相応答を指定するステップと、

収束性の最適化過程を行って、前記音声処理動作の前記位相応答と前記目標位相応答との差を低減する前記音声処理動作の構成を決定するステップであり、前記構成は、各音声処理下位動作の各構成パラメータの個々の値を含む、ステップとを含む方法。

【請求項 20】

音声処理動作の構成を決定する、コンピュータで実施される方法であって、前記音声処理動作は、１つ又は複数の音声処理下位動作の所定のセットからなり、各音声処理下位動作は、１つ又は複数の個々の構成パラメータで構成可能であり、方法は、

１つ又は複数の音声処理下位動作の前記所定のセットを指定するステップと、
目標周波数応答を指定するステップと、
目標位相応答を指定するステップと、

収束性の最適化過程を行って、（a）前記音声処理動作の前記周波数応答と前記目標周波数応答との差、及び（b）前記音声処理動作の前記位相応答と前記目標位相応答との差、を低減する前記音声処理動作の構成を決定するステップであり、前記構成は、各音声処理下位動作の各構成パラメータの個々の値を含む、ステップとを含む方法。

【請求項 21】

対象機器を構成する方法であって、前記対象機器は音声処理動作を備え、前記音声処理動作は、１つ又は複数の音声処理下位動作の所定のセットからなり、各音声処理下位動作は、１つ又は複数の個々の構成パラメータで構成可能であり、方法は、

前記請求項のいずれか一項に記載の方法を使用して前記音声処理動作の構成を決定するステップと、

前記決定された構成を前記対象機器の前記音声処理動作に適用するステップとを含む方法。

【請求項 22】

プロセッサを備える装置であって、前記プロセッサは、前記請求項のいずれか一項に記載の方法を実行するように構成される、装置。

【請求項 23】

コンピュータによって実行されると請求項 1 ～ 21 のいずれか一項に記載の方法を実行するコンピュータプログラム。

【請求項 24】

請求項 23 に記載のコンピュータプログラムを担持するデータ担持媒体。

【請求項 25】

前記媒体が記憶媒体又は伝送媒体である、請求項 24 に記載の媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、音声処理動作の構成を決定する方法、対象機器を構成する方法、並びにそのような方法を実行するように構成された装置及びコンピュータプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

消費者機器（電話器、携帯電話、個人オーディオプレーヤ、ラジオ、衛星ナビゲーション機器、テレビ、家庭映画システム等）の大きさとフォームファクタが小さくなるのに従い、音響性能を適当なレベルに保つことが次第に難しくなっている。これは、そのような機器では小型又は超小型のスピーカが使用されており、特にそうしたスピーカは小型の音響筐体に内蔵されていることが多いためである。その結果生じる音響性能の損失は、しばしば以下の１つ又は複数を含む。

- ・スピーカと筐体との組み合わせ内部の共鳴と外装ケースの減衰が不良なことによる「調子外れ（honky）」な性能。
- ・小型のスピーカ、スピーカ孔、筐体が使用されているために低音応答が優れない
- ・携帯型／移動型の機器で低い電池電圧と小型スピーカが使用されているために十分な音量を再現することができない
- ・過剰なダイナミックレンジのために雑音のある環境で聴くことが難しい
- ・スピーカの対が互いに非常に近接しているために立体音像が低下する
- ・発話の明瞭性が失われるか、又は著しく劣化する場合がある

【 0 0 0 3 】

そのような機器の調整は、時間を要する難しい作業である場合があり、しばしば「聞き分ける耳（golden ear）」を持つ熟練者の技量を要する。そのような調整手順に必要とされる時間と技量ベルを低減できれば望ましい。

【 0 0 0 4 】

さらに、音声処理に利用可能な処理（例えば２次フィルタセクションの量）の量にはしばしば制限や制約がある。これは特に、処理装置の消費電力と大きさが可能な限り小さく抑えられる場合にそうである。そのため、そのような制限のある処理能力で達成することが可能な音声品質を向上できれば望ましい。また、利用可能な処理リソースに課された制限を遵守しながら所望の音声処理結果を達成するようにそのような制限のある処理能力を構成することができる、迅速で簡易な手段を提供できれば望ましい。

【 発明の概要 】

【 0 0 0 5 】

本発明の第１の態様によると、音声処理動作の構成を決定する、コンピュータで実施される方法が提供され、音声処理動作は、１つ又は複数の音声処理下位動作の所定のセットからなり、各音声処理下位動作は、１つ又は複数の個々の構成パラメータで構成可能であり、方法は、１つ又は複数の音声処理下位動作の所定のセットを指定するステップと、目標周波数応答を指定するステップと、収束性の最適化過程を行って、音声処理動作の周波数応答と目標周波数応答との差を低減する音声処理動作の構成を決定するステップであって、構成は、各音声処理下位動作の各構成パラメータの個々の値を含む、ステップとを含む。

【 0 0 0 6 】

このようにすると、特定の処理予算（例えばデジタル信号プロセッサのリソースの量）を与えられて、目標周波数応答の合致が最良になるように、特定の音声処理動作の構成を自動的に決定することができる。

【 0 0 0 7 】

目標周波数応答を指定するステップは、複数の初期周波数応答を指定するステップと、初期周波数応答を組み合わせる目標周波数応答を形成するステップとを含むことができる。このようにして、１つの目標周波数応答を計算し、最適化過程に使用することができる。複数の初期周波数応答を組み合わせる（すなわち複数の音声効果を組み合わせる）ことにより、比較で必要とされる音声処理リソースが少なくなり、例えば第１の音声処理動作を使用して第１の効果（すなわち第１の目標周波数応答）を達成／適用し、その後第２の音声処理動作を使用して第２の効果（すなわち第２の周波数応答）を達成／適用する。

【 0 0 0 8 】

複数の初期周波数応答を指定するステップは、（ a ）音声機器又は部屋の周波数応答を測定し、測定された周波数応答を初期周波数応答として使用するステップ、（ b ）音声機器又は部屋の周波数応答を測定し、測定された周波数応答の逆数を初期周波数応答として使用するステップ、（ c ）所定の周波数応答を初期周波数応答として使用するステップ、（ d ）ユーザに周波数応答を表す曲線を変更させて所望の周波数応答を定義させ、所望の周波数応答を初期周波数応答として使用するステップ、（ e ）音声イコライザ又は複数の音声イコライザの組み合わせの周波数応答を初期周波数応答として使用するステップ、の１つ又は複数を含むことができる。

【 0 0 0 9 】

初期周波数応答を組み合わせる目標周波数応答を形成するステップは、初期周波数応答の1つ又は複数を重み付けするステップ、少なくとも2つの初期周波数応答を加算するステップ、1つの初期周波数応答を別の初期周波数応答から減算するステップ、第1の周波数範囲にわたる1つの初期周波数応答によって定義された周波数応答を使用し、第2の周波数範囲にわたる別の初期周波数応答によって定義された周波数応答を使用するステップ、の1つ又は複数を含むことができる。

【 0 0 1 0 】

指定される目標周波数応答は、1つ又は複数の音声処理下位動作の所定のセットから独立することができる。そのようにすると、1つ又は複数の音声処理下位動作の所定のセットで実際に達成できるよりもはるかに複雑な（すなわち高次の）所望の目標周波数応答を提供することができる。しかし、最適化過程は、なお音声処理動作の構成を決定することを試み、目標周波数応答に実質的に近似するか又は目標周波数応答との合致が最良の音声処理動作の構成に収束する（少なくとも可能な限り）。

10

【 0 0 1 1 】

収束性の最適化過程を行うステップは、1つの音声処理下位動作について、その音声処理下位動作に関連する1つ又は複数の制御設定を調整して、音声処理動作の周波数応答と目標周波数応答との差を低減するステップと、その音声処理下位動作の各構成パラメータを、その音声処理下位動作に関連する1つ又は複数の制御設定の少なくとも1つの個々の関数として決定するステップとを含むことができる。制御設定のこのような使用は、最適化過程が収束し、音声処理動作の適切な構成を出力することを保証することを助ける。これに対して、構成パラメータに直接調整を行うと、しばしば周波数応答が予測不能且つ無秩序に変化し、その結果、最適化過程を行うことが大幅により困難になり、収束の可能性が低下する。

20

【 0 0 1 2 】

制御設定は、音声イコライザの操作により調整可能な音声フィルタの性質に対応することができる。

【 0 0 1 3 】

好ましくは、当該／各制御設定について、その制御設定の調整によって生じる個々の音声処理下位動作の周波数応答の変化が、その制御設定の調整に単調に関連する。

30

【 0 0 1 4 】

好ましくは、当該／各制御設定について、その制御設定の調整が、個々の音声処理下位動作の周波数応答に実質的に局所的な変化を生じさせる。

【 0 0 1 5 】

好ましくは、当該／各制御設定について、その制御設定の調整により生じる個々の音声処理下位動作の周波数応答の変化の大きさが、その制御設定の調整の大きさに実質的に比例する。

【 0 0 1 6 】

方法は、収束性の最適化過程を行った後に、ユーザに目標周波数応答を変更させるステップと、変更された目標周波数応答に基づいて収束性の最適化過程を行うステップとを含むことができる。このようにすると、ユーザは目標周波数応答を対話的に調整し、それに応じて音声処理動作の新しい構成を得ることができる。すなわち、ユーザは、必要に応じて構成を微調整することができる。

40

【 0 0 1 7 】

一実施形態では、1つ又は複数の音声処理下位動作の1つが全利得の調整である。

【 0 0 1 8 】

一実施形態では、1つ又は複数の音声処理下位動作の1つ又は複数がフィルタセクションである。そして、当該／各フィルタセクションは、4つの構成パラメータと所定の全利得を有する2次フィルタセクションとすることができる。そのような4係数のバイカッド（biquad）を使用すると、必要な処理リソースの量を減らす助けとなり、また最適化過程

50

を行う際に考慮する必要のある構成パラメータの数を減らす助けとなる（それにより最適化を実行するのにかかる時間を短縮し、最適化過程が確実に収束することを助ける）。

【0019】

一実施形態では、方法は、入力音声データを受け取るステップと、決定された構成に従って構成された音声処理動作を使用して入力音声データを処理するステップと、処理後の入力音声データを出力するステップも含むことができる。このようにして、ユーザは、最適化過程で決定された構成に基づいて構成された音声処理動作で得られる音声効果を聴くことができる。そして方法は、受け取り、処理、及び出力のステップを行いながら、新しい目標周波数応答を指定するステップと、収束性の最適化過程を行って、新しい目標周波数応答に基づいて音声処理動作の新しい構成を決定するステップであって、その後当該新しい構成を使用するように処理ステップが構成される、ステップとを含むことができる。このようにして、ユーザは目標周波数応答を対話式に調整し、最適化過程の結果を聴くことができる。

10

【0020】

音声処理動作の周波数応答と目標周波数応答との差は、二乗平均平方根誤差とすることができる。

【0021】

音声処理動作の周波数応答と目標周波数応答との差は、ユーザによって定義された周波数のセットにわたって測定することができる。

【0022】

本発明の別の態様によると、音声処理動作の構成を決定する、コンピュータで実施される方法が提供され、音声処理動作は、1つ又は複数の音声処理下位動作の所定のセットからなり、各音声処理下位動作は、1つ又は複数の個々の構成パラメータで構成可能であり、方法は、1つ又は複数の音声処理下位動作の所定のセットを指定するステップと、目標位相応答を指定するステップと、収束性の最適化過程を行って、音声処理動作の位相応答と目標位相応答との差を低減する音声処理動作の構成を決定するステップであって、構成は、各音声処理下位動作の各構成パラメータの個々の値を含む、ステップとを含む。

20

【0023】

本発明の別の態様によると、音声処理動作の構成を決定する、コンピュータで実施される方法が提供され、音声処理動作は、1つ又は複数の音声処理下位動作の所定のセットからなり、各音声処理下位動作は、1つ又は複数の個々の構成パラメータで構成可能であり、方法は、1つ又は複数の音声処理下位動作の所定のセットを指定するステップと、目標周波数応答を指定するステップと、目標位相応答を指定するステップと、収束性の最適化過程を行って、(a) 音声処理動作の周波数応答と目標周波数応答との差、及び(b) 音声処理動作の位相応答と目標位相応答との差、を低減する音声処理動作の構成を決定するステップであって、構成は、各音声処理下位動作の各構成パラメータの個々の値を含む、ステップとを含む。

30

【0024】

本発明の別の態様によると、対象機器を構成する方法が提供され、対象機器は音声処理動作を備え、音声処理動作は、1つ又は複数の音声処理下位動作の所定のセットからなり、各音声処理下位動作は、1つ又は複数の個々の構成パラメータで構成可能であり、方法は、上記の方法のいずれか1つを使用して音声処理動作の構成を決定するステップと、決定された構成を対象機器の音声処理動作に適用するステップとを含む。

40

【0025】

本発明の別の態様によると、プロセッサを備える装置が提供され、プロセッサは、上記の方法のいずれか1つを実行するように構成される。

【0026】

本発明の別の態様によると、コンピュータによって実行されると上記に記載の方法のいずれかを実行するコンピュータプログラムが提供される。コンピュータプログラムは、記憶媒体又は伝送媒体であるデータ担持媒体に担持することができる。

50

【 0 0 2 7 】

次いで本発明の実施形態について、添付図面を参照して単なる例として説明する。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 8 】

【 図 1 】 本発明の一実施形態による例示的コンピュータシステムの概略図である。

【 図 2 a 】 例示的音声処理動作の概略説明図である。

【 図 2 b 】 例示的音声処理動作の概略説明図である。

【 図 2 c 】 例示的音声処理動作の概略説明図である。

【 図 3 】 本発明の一実施形態による、音声処理動作の構成を決定する、コンピュータで実施される方法を概略的に説明するフローチャートである。

10

【 図 4 】 本発明の一実施形態による、音声処理動作の目標周波数応答を指定する処理を概略的に説明するフローチャートである。

【 図 5 a 】 音声処理動作の 1 つ又は複数の音声処理下位動作の構成パラメータを最適化するために本発明の一実施形態で行われる処理を概略的に説明するフローチャートである。

【 図 5 b 】 音声処理動作の 1 つ又は複数の音声処理下位動作の構成パラメータを最適化するために本発明の一実施形態で行われる処理を概略的に説明するフローチャートである。

【 図 6 】 2 次フィルタセクションの例示的な周波数応答を概略的に示す図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 2 9 】

以下の説明及び図で本発明の特定の実施形態を説明する。ただし、本発明は記載される実施形態に限定されるものではなく、一部の実施形態は、以下に記載される特徴のすべてを含まない場合もあることは理解されよう。ただし、添付の特許請求の範囲に記載される本発明のより広い主旨及び範囲から逸脱することなく、本発明に各種の改変及び変更を加えることができることは明らかである。

20

【 0 0 3 0 】

本発明の実施形態は、コンピュータシステムによって実行することができる。図 1 に、本発明の一実施形態による例示的なコンピュータシステム 1 0 0 を概略的に示す。システム 1 0 0 は、コンピュータ 1 0 2 を備える。コンピュータ 1 0 2 は、記憶媒体 1 0 4 、メモリ 1 0 6 、プロセッサ 1 0 8 、記憶媒体インタフェース 1 1 0 、出力インタフェース 1 1 2 、入力インタフェース 1 1 4 、及びネットワークインタフェース 1 1 6 を備え、これらはすべて 1 つ又は複数の通信バス 1 1 8 で結合される。

30

【 0 0 3 1 】

記憶媒体 1 0 4 は任意形態の不揮発性データ記憶装置であり、ハードディスクドライブ、磁気ディスク、光ディスク、ROM 等の 1 つ又は複数等である。記憶媒体 1 0 4 は、コンピュータ 1 0 2 を機能させるためにプロセッサ 1 0 8 が実行するオペレーティングシステムを記憶することができる。記憶媒体 1 0 4 は、本発明の一実施形態の一部を形成する 1 つ又は複数のコンピュータプログラム（又はソフトウェア又は命令又はコード）も記憶することができる。

【 0 0 3 2 】

メモリ 1 0 6 は、本発明の一実施形態の一部を形成するデータ及び / 又はコンピュータプログラム（又はソフトウェア又は命令又はコード）を記憶するのに適した任意のランダムアクセスメモリ（記憶装置又は揮発性の記憶媒体）とすることができる。

40

【 0 0 3 3 】

プロセッサ 1 0 8 は、プロセッサ 1 0 8 で実行されるとプロセッサ 1 0 8 に本発明の一実施形態による方法を実行させ、システム 1 0 0 を本発明の一実施形態によるシステムとして構成させる命令を有する 1 つ又は複数のコンピュータプログラム（記憶媒体 1 0 4 及び / 又はメモリ 1 0 6 に記憶されたものなど）を実行するのに適した任意のデータ処理ユニットとすることができる。プロセッサ 1 0 8 は、単一のデータ処理ユニット、又は、互いと共同して、又は互いから独立して、並行して動作する複数のデータ処理ユニットを備えることができる。プロセッサ 1 0 8 は、本発明の実施形態のためのデータ処理動作を行

50

う際に、記憶媒体 104 及び / 又はメモリ 106 にデータを記憶、及び / 又はデータを読み出すことができる。

【0034】

記憶媒体インタフェース 110 は、コンピュータ 102 の外部にある、又はコンピュータ 102 から取り外すことが可能なデータ記憶装置 122 にインタフェースを提供する任意のユニットとすることができる。データ記憶装置 122 は、例えば、光ディスク、磁気ディスク、固体記憶装置等の 1 つ又は複数である。したがって、記憶媒体インタフェース 110 は、プロセッサ 108 から受け取る 1 つ又は複数のコマンドに従ってデータ記憶装置 122 にデータを読み書きすることができる。

【0035】

入力インタフェース 114 は、システム 100 への 1 つ又は複数の入力を受け取るように構成される。例えば、入力は、システム 100 のユーザ又は操作者から受け取られる入力を含むことができ、入力は、システム 100 の外部にある機器又はシステム 100 の一部をなす機器から受け取られる入力を含むことができる。ユーザは、入力インタフェース 114 に接続された、又は入力インタフェース 114 と通信状態にある、マウス（又は他のポインティング機器）126 及び / 又はキーボード 124 などのシステム 100 の 1 つ又は複数の入力装置を介して入力を提供することができる。ただし、ユーザは、1 つ又は複数の追加的又は代替の入力装置を介してコンピュータ 102 に入力を提供できることが理解されよう。システムは、入力インタフェース 114 に接続された、又は入力インタフェース 114 と通信状態にあるマイクロフォン 125（又は他の音声トランシーバ又は音声入力装置）を備えることができ、マイクロフォン 125 は、音声データを表す信号（又は音声信号）を入力インタフェース 114 に供給することができる。コンピュータ 102 は、プロセッサ 108 が後にアクセスして処理するために、入力インタフェース 114 を介して当該 / 各入力装置 124、125、126 から受け取った入力をメモリ 106 に記憶するか、又は直接プロセッサ 108 に渡すことができ、プロセッサ 108 は適宜その入力に応答することができる。

【0036】

出力インタフェース 112 は、システム 100 のユーザ又は操作者にグラフィック / 視覚的出力を提供するように構成することができる。そのため、プロセッサ 108 は、所望のグラフィック出力を表す画像 / 映像信号を形成してその信号を出力インタフェース 112 に接続されたシステム 100 のモニタ（又は画面や表示装置）120 に提供することを出力インタフェース 112 に指示するように構成することができる。それに加えて、又はその代わりに、出力インタフェース 112 は、音声出力をシステム 100 のユーザ又は操作者に提供するように構成してもよい。そのため、プロセッサ 108 は、所望の音声出力を表す音声信号を形成してその信号を出力インタフェース 112 に接続されたシステム 100 の 1 つ又は複数のスピーカ 121 に供給することを出力インタフェース 112 に指示するように構成することができる。

【0037】

最後に、ネットワークインタフェース 116 は、コンピュータ 102 が 1 つ又は複数のデータ通信ネットワーク（インターネットやローカルエリアネットワークなど）との間でデータをダウンロード及び / 又はアップロードする機能を提供する。

【0038】

図 1 に示し、上記で説明したシステム 100 のアーキテクチャは例示的なものに過ぎず、異なるアーキテクチャ及び追加的及び / 又は代替の構成要素を備える他のコンピュータシステム 100 を本発明の実施形態で使用してもよいことが理解されよう。例えば、入力装置（例えばキーボード 124、マイクロフォン 125、及びマウス 126）及び / 又は出力装置（例えばモニタ 120 及びスピーカ 121）の一部又はすべては、コンピュータ 102 と一体化することができ、その他は、（例えばケーブル及び / 又はワイヤレスで）通信可能にコンピュータ 102 に結合された周辺装置とすることができる。

【0039】

本発明の実施形態は、音声処理動作（又は音声処理機能若しくは手順）の構成を決定することに関する。図 2 a、2 b 及び 2 c は、例示的な音声処理動作 2 0 0 の概略図である。音声処理動作 2 0 0 は、入力音声データ 2 5 0 を受け取り、その入力音声データ 2 5 0 を処理し、処理後の音声データ 2 5 2 を出力する機能又は処理を提供する。入力音声データ 2 5 0 は以下のような各種形態をとることができる。（i）データストリーム（例えばリアルタイムの音声処理用）。例えばマイクロフォン 1 2 5 を介してコンピュータ 1 0 2 に入力される音声に基づく。又は（i i）記憶媒体 1 0 4 又はメモリ 1 0 6 に記憶されたデータファイル。出力音声データ 2 5 2 は、その後、例えば記憶媒体 1 0 4 又はメモリ 1 0 6 に記憶するか、及び / 又はスピーカ 1 2 1 を介して再生出力することができる。

【0040】

音声処理動作 2 0 0 は、1 つ又は複数の音声処理下位動作 2 0 2 を含み、それら下位動作は、音声処理動作 2 0 0 を構成する個別の機能下位単位又は処理ブロックとみなすことができ、各自の音声処理機能を行うように構成される。図 2 a、2 b 及び 2 c では、音声処理下位動作 2 0 2 を直列に示している（すなわち、音声処理下位動作の順番において 1 つの音声処理下位動作 2 0 2 の出力が別の音声処理下位動作 2 0 2 への入力をなす）。ただし、これは必ずしもそうである必要はなく、音声処理動作 2 0 0 は、音声処理下位動作 2 0 2 のより複雑な構成を利用することもできる。図 2 a には 5 つの音声処理下位動作 2 0 2 を示す。図 2 b には 4 つの音声処理下位動作 2 0 2 を示す。図 2 c には 3 つの音声処理下位動作 2 0 2 を示す。ただし、本発明の実施形態では、音声処理動作は任意数 N（N

【0041】

図 2 a では、最初の 4 つの音声処理下位動作 2 0 2 は、2 次フィルタセクション（又はバイカッド）であり、最後の音声処理下位動作 2 0 2 はゲインコントローラである。一般に、2 次フィルタセクションは、Z 領域における伝達関数が 2 つの 2 次関数の比であるデジタルフィルタであり、すなわち、

【数 1】

$$H(z) = \frac{b_0 + b_1 z^{-1} + b_2 z^{-2}}{1 + a_1 z^{-1} + a_2 z^{-2}}$$

である。そのため、下記のように、この 2 次フィルタセクションからの出力データシーケンス $y(n)$ は、その 2 次フィルタセクションに入力されるデータシーケンス $x(n)$ に依存する。

$$y(n) = b_0 x(n) + b_1 x(n-1) + b_2 x(n-2) - a_1 y(n-1) - a_2 y(n-2)$$

【0042】

2 次フィルタセクションをハードウェア及びソフトウェアとして実装する多くの方法が知られており、そのためここでは詳細には説明しない。

【0043】

上記から分かるように、一般に 2 次フィルタセクションは 5 つの係数、 a_1 、 a_2 、 b_0 、 b_1 、 b_2 を有する。これらの係数は、所望のフィルタの周波数応答に応じて設定することができる。

【 0 0 4 4 】

それに代えて 4 係数の 2 次フィルタセクションを以下のように使用することができる。

4 係数の 2 次フィルタセクションの Z 領域における伝達関数は

【 数 2 】

$$H(z) = \frac{1 + b_1 z^{-1} + b_2 z^{-2}}{1 + a_1 z^{-1} + a_2 z^{-2}}$$

とすることができ、したがって、下記のように、この 4 係数の 2 次フィルタセクションからの出力データシーケンス $y(n)$ は、4 係数の 2 次フィルタセクションに入力されるデータシーケンス $x(n)$ に依存する。

10

$$y(n) = x(n) + b_1 x(n-1) + b_2 x(n-2) - a_1 y(n-1) - a_2 y(n-2)$$

【 0 0 4 5 】

實際上、係数 b_0 を 1 に設定しているが、何らかの他の固定値に設定することも可能であることが理解されよう。

【 0 0 4 6 】

それぞれの係数

【 数 3 】

$$a_1^k, a_2^k, b_0^k, b_1^k, b_2^k$$

20

(ただし、 $k = 1 \dots K$) を有する K 個の 5 係数の 2 次フィルタセクションのシーケンスは、次のように実装することができる。(a) それぞれの係数

【 数 4 】

$$a_1^k, a_2^k, \hat{b}_1^k, \hat{b}_2^k$$

(ただし、 $k = 1 \dots K$ の場合に

【 数 5 】

$$\hat{b}_1^k = b_1^k / b_0^k$$

30

及び

【 数 6 】

$$\hat{b}_2^k = b_2^k / b_0^k$$

である

)

40

を有する K 個の 4 係数の 2 次フィルタセクションのシーケンス。それと併せて、(b) 利得係数

【 数 7 】

$$g = b_0^1 b_0^2 \dots b_0^K$$

のゲインコントローラ(すなわち入力標本 $x(n)$ を単に変倍して出力標本 $y(n) = g x(n)$ を形成する音声処理下位動作 202)。このようにすると、考慮する必要のある係数が少なくなる。特に、音声処理動作 200 を K 個の 5 係数の 2 次フィルタセクションのシーケンスとして実装する場合は $5K$ 個の係数を利用するのに対し、同じ音声処理動作

50

2 0 0 をゲインコントローラと共に K 個の 4 係数の 2 次フィルタセクションのシーケンスとして実施する場合は 4 K + 1 個の係数を利用する。

【 0 0 4 7 】

同様に、個々の係数

【 数 8 】

$$a_1^k, a_2^k, b_0^k, b_1^k, b_2^k$$

(ただし、 $k = 1 \dots K$)

を有する K 個の 5 係数の 2 次フィルタセクションのシーケンスは、(a) それぞれの係数 10

【 数 9 】

$$a_1^k, a_2^k, \hat{b}_1^k, \hat{b}_2^k$$

(ただし、 $k = 1 \dots K - 1$ の場合に

【 数 1 0 】

$$\hat{b}_1^k = b_1^k / b_0^k$$

及び

20

【 数 1 1 】

$$\hat{b}_2^k = b_2^k / b_0^k$$

である

)

を有する K - 1 個の 4 係数の 2 次フィルタセクションのシーケンス。それと併せて、(b) 係数

【 数 1 2 】

30

$$a_1^K, a_2^K, \hat{b}_0^K, \hat{b}_1^K, \hat{b}_2^K$$

(ただし、

【 数 1 3 】

$$\hat{b}_0^K = g b_0^K$$

、

【 数 1 4 】

40

$$\hat{b}_1^K = g b_1^K$$

、及び

【 数 1 5 】

$$\hat{b}_2^K = g b_2^K$$

、ただし

【数 1 6】

$$g = b_0^1 b_0^2 \cdots b_0^{K-1}$$

)

を有する 1 つの 5 係数の 2 次フィルタセクションのシーケンス。この場合も、この音声処理動作 2 0 0 の実装は、わずか $4K + 1$ 個の係数を使用する。

【0 0 4 8】

1 つ又は複数の 4 係数の 2 次フィルタセクションで K 個の 5 係数の 2 次フィルタセクションのシーケンスを実装する他の方法が可能であることは理解されよう。

10

【0 0 4 9】

したがって、図 2 a の例示的音声処理動作 2 0 0 は、その音声処理下位動作 2 0 2 として、ゲインコントローラと共に 4 係数の 2 次フィルタセクションのシーケンスを使用することが好ましい。図 2 a ではゲインコントローラ音声処理下位動作 2 0 2 を最後の音声処理下位動作 2 0 2 として示すが、必ずしもそのようである必要はなく、ゲインコントローラ音声処理下位動作 2 0 2 は、図 2 a の一連の音声処理下位動作 2 0 2 のどの箇所に置いてもよいことは理解されよう。5 係数の 2 次フィルタセクションの代わりにこのように 4 係数の 2 次フィルタセクションを使用することは、計算及び設定する必要のある係数が少なくなることを意味し、その結果音声処理動作 2 0 0 の構成がより迅速且つ容易になる。

【0 0 5 0】

20

本発明の実施形態は、2 次フィルタセクションの使用に限定されない。したがって、図 2 b では、最初の 3 つの音声処理下位動作 2 0 2 は、それぞれ w 次、 x 次、及び y 次のフィルタセクションであり、 w 、 x 、及び y は任意の正の整数であり、互いと同じであっても同じでなくともよい。各フィルタセクションは各自の係数のセットを有する。最終の音声処理下位動作 2 0 2 は（図 2 a と同様に）ゲインコントローラであるが、ゲインコントローラの使用は任意であることが理解されよう（図 2 a について上述したように）。

【0 0 5 1】

音声処理下位動作 2 0 2 は、任意形態の音声処理機能とすることができ、何らかの正の整数 r の r 次フィルタセクションとして実装する必要はない。図 2 c に示す音声処理下位動作 2 0 2 は、B e l l フィルタ、ローパスフィルタ、及びシェルフフィルタからなる音声処理ユニットの一般例として示している。下位動作の一部は個々の r 次のフィルタセクションとして実装することが可能であるが、そのようにする必要はない。他の種の音声処理機能（例えばハイパスフィルタ、バンドパスフィルタ等）を音声処理下位動作 2 0 2 によって提供することができることは理解されよう。

30

【0 0 5 2】

したがって、一般に、音声処理動作 2 0 0 は、1 つ又は複数の音声処理下位動作 2 0 2 のセットからなる。各音声処理下位動作 2 0 2 は、1 つ又は複数の個々の構成パラメータ（又は変数）で設定可能であり、音声処理下位動作 2 0 2 の構成パラメータは、その音声処理下位動作 2 0 2 が提供する特定の音声処理機能を（少なくとも部分的に）決定する。例えば、5 係数の 2 次フィルタセクションは、5 つの構成パラメータ、すなわち 5 つの係数 a_1 、 a_2 、 b_0 、 b_1 、 b_2 を有し、4 係数の 2 次フィルタセクションは、4 つの構成パラメータ、すなわち 4 つの係数 a_1 、 a_2 、 b_1 、 b_2 を有し、ゲインコントローラは 1 つの構成パラメータ、すなわち利得値 g を有し、一般的な r 次のフィルタセクションは、（2 次フィルタセクションと同様に）対応する数の係数を有し、その係数がその r 次フィルタセクションの構成パラメータを形成する。 r 次のフィルタセクションとして実装されない場合は、B e l l フィルタ、ローパス、バンドパス、ハイパスフィルタ、シェルフフィルタ等のフィルタは、周波数、利得、及び Q の少なくとも 1 つ又は複数をその構成パラメータとする。

40

【0 0 5 3】

本発明の実施形態は、特に、1 つ又は複数の音声処理下位動作 2 0 2 の所定のセットが

50

らなる音声処理動作 200 に関する。例えば、消費者電子機器（携帯電話、テレビ、MP3 プレーヤ、家庭映画システム等）の製造者は、特に機器に使用されるハードウェア/シリコンの量と機器の消費電力を最小に抑えようとする場合に、機器からの出力音声を生成する音声処理に所定の限られた数のみのパイカッドを提供する場合がある。別の例として、ソフトウェアアプリケーションは、音声処理を行うために利用できる処理時間が限られている場合があり、そのため音声処理ソフトウェアは予め決められた音声処理機能のシーケンスを有する場合がある。すなわち、音声処理動作を行うためのハードウェア、又はソフトウェア、又は利用可能な時間には制限又は制約がある場合があり、そのため、音声処理動作 200 は、1 つ又は複数の音声処理下位動作 202 からなる所定のセットに制約される場合がある。これは、音声処理下位動作 202 の構成パラメータ自体が予め決められているということではなく、音声処理下位動作 202 の種類及び数（場合によっては順序/構造）が予め決められているという意味である（例えば、特定の設定可能なハードウェアリソースが音声処理動作 200 で使用可能であり、及び/又は特定の設定可能なソフトウェア機能が音声処理動作 200 で使用可能である等）。

10

20

30

40

50

【0054】

そこで、本発明の実施形態は、音声処理動作 200 の構成を決定すること（そして場合によっては対象機器をそれに応じて構成すること）に関し、構成は、所定の音声処理下位動作 202 のセットの当該/各音声処理下位動作 202 の各構成パラメータの個々の値からなる。例えば、音声処理動作 200 を利用する（又は実装又は実現する）機器（携帯電話、テレビ、MP3 プレーヤ、家庭映画システム等）又はソフトウェアアプリケーションを、特定の音声効果を実現するように「調整（tune）」することが望ましい場合があるが、調整には、当該/各音声処理下位動作 202 の構成パラメータの具体的な値を決定することが伴う。

【0055】

図 3 は、本発明の一実施形態による音声処理動作 200 の構成を決定する、コンピュータで実施される方法 300 を概略的に説明するフローチャートである。この方法は、コンピュータプログラム（又は構成決定ソフトウェアアプリケーション）として実施して、コンピュータ 102 のプロセッサ 108 で実行することができる。ただし、コンピュータ 102 は、必ずしも音声処理動作 200 を最終的に実行する対象機器ではないことは理解されよう。例えば、ラップトップ又はパーソナルコンピュータ 102 を使用してこのアプリケーションを実行して対象携帯電話の音声処理動作 200 の構成を計算し、そして携帯電話が計算された構成に従って構成される。プロセッサ 108 で実行されるソフトウェアアプリケーションは、コンピュータ 102 の操作者にユーザインタフェース（モニタ 120 に表示される）を提示することができ、そのインタフェースを介してユーザからアプリケーションに選択や入力を提供することができ、またユーザに情報を表示することができる。ユーザインタフェースは、周知の入力/出力コンポーネント（例えばドロップダウンメニュー、項目のドラッグアンドドロップ移動等）を使用することができる。

【0056】

ステップ S 302 で、音声処理動作 200 のモデル又は予算が指定される。すなわち、音声処理動作 200 のための 1 つ又は複数の音声処理下位動作 202 からなる所定のセットの組み立てが指定される。図 2 a の例示的音声処理動作 200 の場合は、これは、4 つの 4 係数のパイカッドとゲインコントローラからなるシーケンスの使用を指定することを伴うことができる。図 2 b の例示的音声処理動作 200 の場合は、これは、w 次のフィルタセクション、x 次のフィルタセクション、y 次のフィルタセクション、及びゲインコントローラからなるシーケンスの使用を指定することを伴うことができる。図 2 c の例示的音声処理動作 200 の場合は、これは、Bell フィルタの特定の実装、ローパスフィルタの特定の実装、及びシェルフフィルタの特定の実装からなるシーケンスの使用を指定することを伴うことができる。すなわち、音声処理動作 200 を実行（又は実装）するために利用できるハードウェアリソース（例えばデジタル信号処理チップの処理リソース）及び/又はソフトウェア機能が指定される。ステップ S 302 では、1 つ又は複数の音声処

理下位動作を構成するために利用可能な構成パラメータが指定又は特定される（ただしその実際の値はまだ決定／指定されない）。基本的には、ステップS302で提供される情報により、構成決定アプリケーションは音声処理動作200をシミュレート又はモデル化し（その所定の音声処理下位動作202のセットと共に）、そしてシミュレートした音声処理動作200を構成及び試験することが可能となり、すなわち、構成決定アプリケーションの操作者の要求に合うように、音声処理動作200の具体的な構成を試験及び調整することができる。操作者は、このモデル情報をユーザインタフェースを介して様々な方式で構成決定アプリケーションに提供することができる（例えば既知の音声処理下位動作202のドロップダウンリストから音声処理下位動作202を選択する、その数及び順序を選択する等）。

10

【0057】

ステップS304で音声処理動作200の目標周波数応答が指定される。この方法については図4を参照して後述する。

【0058】

ステップS306で、収束性の最適化過程を行って音声処理動作200の構成を決定する。構成は、その構成の使用（すなわち構成で指定される値への音声処理下位動作202の構成パラメータの設定）が、音声処理動作200の周波数応答と目標周波数応答との差を減らす（理想的には最小にする）という点で「最適化」される。これを行う方法については、図5a及び5bを参照して後述する。

20

【0059】

決定された構成を用いて音声処理動作200を構成する場合（すなわち当該／各音声処理下位動作202の構成パラメータが、決定された構成の個々の値に設定された場合）、ステップS306は、音声処理動作200の周波数応答の表現と共に目標周波数応答の表現を（ディスプレイ120に）表示することを含むことができる。それにより、操作者は、最適化過程で構成された音声処理動作200の周波数応答が目標周波数応答とどれほど合致したかを判断することができる。この2つの周波数応答の差の大きさを示す指標も表示することができる（例えば2つの周波数応答間の二乗平均平方根誤差）。そのようにして、操作者は、決定された構成が満足できるかどうかを確認することができる。

【0060】

ステップS306が終わると構成は決定されており、処理300はここで停止することができる。

30

【0061】

しかし、本発明のいくつかの実施形態では方法300はステップS308を含み、このステップで、構成決定アプリケーション（又は何らかの他のアプリケーション）で音声処理動作200が実装／シミュレートされ、その後ステップS306で決定された構成で構成される（すなわち当該／各音声処理下位動作202の構成パラメータが、決定された構成の個々の値に設定される）。そして、構成された音声処理動作200を使用して入力音声データ250を処理することにより処理後の音声データ252を出力する。このようにして、ユーザは、音声処理動作200を構成することによって生成された音効果を聴き、決定された構成に満足できるかどうかを確認することができる。

40

【0062】

これに加えて及び／又はこれに替えて、方法300は、ユーザが目標周波数応答を調整できるステップS310を含むことができる。例えば、ユーザは、決定された構成が自分の好みに合っていないと考え（例えばステップS308で出力される処理後の音声データ252を聴く、又は目標周波数応答の表示を実際に達成された音声処理動作200の周波数応答の表示と比較することにより）、したがって、それに応じて目標周波数応答を変更するか、新しい目標周波数応答を指定することができる。

【0063】

そのため、方法300を実施する本発明の一実施形態によるソフトウェアアプリケーションは、ステップS302、S304及びS310を1つのスレッド／プロセスとして実

50

施して、ユーザがそのスレッド／プロセスとユーザインタフェースを介して対話して、音声処理動作 200 のモデル及び／又は目標周波数応答を指定及び／又は変更できるようにし、ステップ S 306 を、音声処理動作 200 の新しい（又は更新された）モデル及び／又は新しい（又は更新された）目標周波数応答を受け取る／検出すると最適化を行う別のスレッド／プロセスとして実施し、ステップ S 308 を、その構成を使用して音声処理を行う別のスレッド／プロセスとして実施することができる。

【0064】

図 4 は、本発明の一実施形態で、図 3 の方法 300 のステップ S 304 で行われる処理、すなわち音声処理動作 200 の目標周波数応答を指定する処理を概略的に説明するフローチャートである。

【0065】

ステップ S 400 で、周波数応答を測定することができる（例えば部屋、音声出力機器等の周波数応答）。一例として、ピンクノイズ信号をスピーカ 121 に供給してスピーカ 121 から出力させることにより、スピーカ 121 の周波数応答を測定することができる。そして、スピーカ 121 から出力される実際の音声出力をマイクロフォン 125 で受け取り、対応する入力音声信号をプロセッサ 108 に供給することができる。そして、プロセッサ 108 は、マイクロフォン 125 から受け取った音声信号から、スピーカ 121 の周波数応答を判定することができる。周波数応答の判定はよく知られており、本明細書では説明しない。次いで処理はステップ 402 に進み、ステップ S 400 で測定された周波数応答の逆数を求めて、測定された部屋／機器等の特性を補償する目標周波数応答を形成する。

【0066】

これに加えて、又はこれに替えて、ステップ S 304 は、予め決定された周波数応答が目標周波数応答に指定されるステップ S 404 を含むことができる。例えば、特定の対象アプリケーション、標準化団体、又は聴音検査で指定される周波数応答を指定することができる。

【0067】

これに加えて、又はこれに替えて、ステップ S 304 は、ユーザが対話方式で目標周波数応答を指定できるステップ S 406 を含むことができる。例えば、利得（又は振幅）対対数周波数のグラフを示すインタフェースをユーザに提供し、ユーザは対数周波数対利得の曲線を定義することができる。すなわち、ステップ S 406 では、周波数応答を表す曲線をユーザに変更させて所望の周波数応答を定義させることができる。そのような目標周波数応答を定義する方法はよく知られており、本明細書では説明しない。

【0068】

これに加えて、又はこれに替えて、ステップ S 304 はステップ S 408 を含むことができ、そのステップでは、従来のグラフィックイコライザ又は従来のパラメトリックイコライザを合成／シミュレートし（ユーザにそのグラフィックイコライザ又はパラメトリックイコライザの各種コントロールを調整させる）、その従来のグラフィックイコライザ又は従来のパラメトリックイコライザの周波数応答を計算して目標周波数応答を提供することができる。従来のグラフィックイコライザ及び従来のパラメトリックイコライザ、並びにその各種コントロールはよく知られており、そのため本明細書では詳細には説明しない。ただし、他の種の音声イコライザを用いてもよいこと（Bell、シェルフフィルタ等）、及びステップ S 408 は音声イコライザ又は音声イコライザの組み合わせの周波数応答を目標周波数応答として使用することを伴ってもよいことは理解されよう。

【0069】

本発明のいくつかの実施形態では、ステップ S 400、S 402、S 404、S 406 及び S 408 の 1 つのみにより、1 つの目標周波数応答が提供される。ただし、本発明のいくつかの実施形態では、ステップ S 400、S 402、S 404、S 406 及び S 408 の 1 つ又は複数を個々に、又はまとめて使用して、複数の初期周波数応答を指定することができる。そして、ステップ S 410 を使用して、それら初期周波数応答を組み合わせ

10

20

30

40

50

て、使用する実際の目標周波数応答を形成する。この組み合わせを行うことは、初期目標周波数応答の１つ又は複数を重み付けすること（すなわち個々の重みで乗算する）、少なくとも２つの（場合によっては重み付けした）初期周波数応答を加算すること、１つの（場合によっては重み付けした）初期周波数応答を別の（場合によっては重み付けした）初期周波数応答から減算すること、及び、第１の周波数範囲にわたる１つの（場合によっては重み付けした）初期周波数応答によって定義された周波数応答を使用し、第２の周波数範囲にわたる別の（場合によっては重み付けした）初期周波数応答によって定義された周波数応答を使用すること、の１つ又は複数を含むことができる。これらの操作は、無論、初期周波数応答と中間の組み合わせ結果に基づいて段階化して一連の組み合わせを形成することができる。ただし、他の形態の組み合わせを使用してもよいことは理解されよう。

10

【００７０】

ステップＳ４１０を使用して複数の初期周波数応答を組み合わせることで１つの目標周波数応答を生成すると、所望の効果を達成するために必要とされる音声処理下位動作２０２の数を節減する助けとなる。従来は、第１の初期周波数応答に基づいて第１の音声処理動作を構成し、その後第２の初期周波数応答に基づいて第２の音声処理動作（第１の音声処理動作の出力を処理する）を構成し、次いで第３の初期周波数応答に基づいて第３の音声処理動作（第２の音声処理動作の出力を処理する）を構成する等していた。そのような手法では、図４のステップＳ４１０を使用する場合にとられる手法よりも大幅に多くの量の処理リソースを必要とする。このようにして、音声処理下位動作２０２の所定のセットは、従来必要とされるよりも小さくすることができ、一方で従来と同等の音声処理機能を提供する。別の見方をすると、所与の音声処理下位動作２０２の所定のセットについて、図４のステップＳ４１０の使用により、より多くの音声処理機能の達成が可能になる（例えば周波数応答の等化、低音強化、ダイナミックレンジの制御、ステレオ拡張などの美的効果など、複数の音声効果／等化等の階層化を実装することができる）。

20

【００７１】

本発明の実施形態は、ユーザが目標周波数応答を（直接又は間接的に）指示できる他の適切な手段を用いてもよいことは理解されよう。また、構成決定アプリケーションが、目標周波数応答を決定又は設定するための適当なコントロールを有するユーザインタフェースをユーザに提示できることが理解されよう。それらコントロールは、ユーザが対数周波数対利得のグラフを定義及び／又は変更して周波数応答を指定する、所定の周波数応答のリストから所定の周波数応答を指定する、周波数応答を指定するデータが記憶されたファイルを開く、複数の周波数応答をどのように組み合わせるかを選択する等を可能にするコントロール等である。

30

【００７２】

また、ステップＳ３０４で指定される目標周波数応答は、１つ又は複数の音声処理下位動作２０２の所定のセットから完全に独立することが可能であることが理解されよう。例えば、目標周波数応答は、１つ又は複数の音声処理下位動作２０２の所定のセットで達成できる周波数応答よりもはるかに複雑（より高次）である場合がある（１つ又は複数の音声処理下位動作２０２の構成パラメータに割り当てられる値に関係なく）。しかし、その目的は、ステップＳ３０６における最適化過程で、当該／各音声処理下位動作２０２の制御パラメータの値を決定することにより、音声処理動作２００の周波数応答を可能な限り目標周波数応答に近づけようとするものである。

40

【００７３】

図５ａ及び５ｂは併せて、本発明の一実施形態で図３の方法３００のステップＳ３０６で行われる処理、すなわち、音声処理動作２００の１つ又は複数の音声処理下位動作２０２の構成パラメータを最適化する処理を概略的に説明するフローチャートを形成する。

【００７４】

多くの音声処理下位動作２０２では、対応する構成パラメータは以下の性質の１つ又は複数を示す。（ａ）「単調」でない（すなわち、音声処理下位動作２０２の周波数応答は構成パラメータを増減した時に単調に変化しない）。（ｂ）「局所的」でない（すなわち

50

音声処理下位動作 202 の周波数応答は、構成パラメータを変化させると広い周波数範囲にわたって著しく変化する。言い換えると、構成パラメータの変更で生じる音声処理下位動作 202 の周波数応答の変化は、限られた周波数範囲に制約されない)。(c)「比例」しない(すなわち、音声処理下位動作 202 の周波数応答の変化は、構成パラメータの変化に比例しない)。このため構成パラメータ自体に直接最適化を行うことは難しく、時間がかかり、状況によっては、そのような最適化過程は構成パラメータの適切な値のセットに収束しない(最適化過程は、最適化対象の変数に安定した値のセットを決定して終了することが保証されている場合に、収束する、又は収束性である)。

【0075】

例えば、2 次フィルタセクションの構成パラメータ、 a_1 、 a_2 、(b_0)、 b_1 、及び b_2 は、非常に非単調で、非局所的で、非比例性であり、そのため、それらの構成パラメータを直接調整することで所望の周波数応答を達成することは非常に難しい。

10

【0076】

そのため、本発明の好ましい実施形態では、当該 / 各音声処理下位動作 202 に関係し、当該 / 各音声処理下位動作 202 の個々の構成パラメータがそこから計算又は決定される個々の「制御値」又は「制御設定」を変化又は調整することにより、ステップ S306 で最適化過程を行う。したがって、最適化過程では、当該 / 各音声処理下位動作 202 の構成パラメータを決定された制御設定の値に基づいて設定する時に、目標周波数応答と音声処理動作 200 の周波数応答との差を減らす(又は最小化することを図る)制御設定の値のセットを求める。制御設定の値が決定されると、その値を制御パラメータの個々の値にマッピングすることができる。そして、それらの制御パラメータ値が、ステップ S306 の出力となる構成を形成する。

20

【0077】

そのため、制御設定は、好ましくは次の 1 つ又は複数であるべきである。(a) 単調である(音声処理下位動作 202 の周波数応答が、制御設定の値の増減に伴って単調に変化するように)。(b) 局所的である(下位動作 202 の周波数応答が、制御設定の値を変化させた時に限られた周波数範囲でのみ著しく変化するように。つまり、制御設定の値の変化で生じる周波数応答の変化が実質的に局所化されるように)。(c) 比例する(音声処理下位動作 202 の周波数応答の変化の大きさが、制御設定値の変化の大きさと実質的に比例するように)。このような制御設定の使用とそのような制御設定を変化させることに基づく最適化により、最適化過程が制御設定の適切な値のセットに収束することを保証する(そしてその値から構成パラメータの適切なセットを決定することができる)。

30

【0078】

したがって、適当な制御設定の例として、従来のグラフィックイコライザを操作して調整することが可能な性質に対応するもの(例えば 1 つ又は複数の特定周波数における利得)、又は従来のパラメトリックイコライザの操作で調整することが可能な性質に対応するもの(例えば利得、周波数、及び Q)が挙げられる。そのような制御設定は、その単調性、局所性、及び比例性のために従来のグラフィックイコライザ又はパラメトリックイコライザで実装されており、その性質のためにそれらのイコライザは人間の操作者が理解できるものとなっている。これらの性質を本発明のいくつかの実施形態でステップ S306 で行われる最適化に活用する。ただし、本発明の他の実施形態では、これに加えて、又はこれに替えて他の単調で局所的で比例性の制御設定を使用できることは理解されよう(従来の音声イコライザのユーザ操作により調整可能な性質など)。

40

【0079】

本発明の実施形態は、好ましくは、一連の 1 つ又は複数の 4 係数のバイカッドをゲインコントローラと併せて音声処理下位動作 202 の所定のセットとして使用する(図 2 a に示す)。したがって、以下で収束性最適化過程についてそのような音声処理下位動作 202 の所定のセットを参照して説明する。ただし、異なる音声処理下位動作 202 と共に同様の最適化過程を使用することが可能であり、下記に記載の方法はそのような他の音声処理下位動作 202、その構成パラメータ、及び関連する制御設定にも同様に適用されるこ

50

とが理解されよう。

【 0 0 8 0 】

4 係数のバイカッドごとに、利得 (G)、周波数 (f)、Q、及び傾斜 (T)、の 4 つの制御設定を使用する。利得、周波数、及び Q は、従来の B e l l 又はプレゼンスフィルタに使用されるコントロールである (この技術分野ではよく知られる)。傾斜は、B e l l の周波数の両側の周波数応答の平坦部分間の振幅 / 利得の差にあたる。これを図 6 に概略的に示す。利得 (G)、周波数 (f) 及び Q は、従来のパラメトリックイコライザでは通例ユーザによる制御が可能な制御設定である。従来のパラメトリックイコライザでは、ユーザは B e l l フィルタの傾斜 (T) を調整することはできない。これは、通例、ユーザが確実に、又は直感的に制御することが難しいためである。これら 4 つの制御設定で、2 次フィルタセクションの周波数応答の全体形状を調整する (図 6 から分かるように)。ただし、全利得 (すなわち図 6 の振幅軸上の周波数応答曲線全体の相対的な「高さ」) は、これら 4 つの制御設定では決定されない。これが、最後のゲインコントローラ音声処理下位動作 2 0 2 の目的である。

10

【 0 0 8 1 】

制御設定 G、f、Q、及び T は、単調で、局所的で、且つ比例性である。これらは、下記のように 5 係数の 2 次フィルタセクションの係数 (すなわち a_1 、 a_2 、 b_0 、 b_1 、 b_2) に関連する。5 係数の 2 次フィルタセクションと同じ周波数応答を達成するための 4 係数の 2 次フィルタセクションの係数 (すなわち a_1 、 a_2 、 b_1 、 b_2) とゲインコントローラ全体の利得の決定については上記で説明した。

20

【 0 0 8 2 】

次の入力を使用する。

- ・ Q 一般の B e l l フィルタの Q。
- ・ $gain_db$ d B 単位の一一般の B e l l フィルタの利得。上記の (G) と同じ。
- ・ $shelf_db$ d B 単位の一一般のシェルフフィルタの利得 (すなわち D C の利得と音声サンプリング周波数の 2 分の 1 における利得との差)。上記の傾斜 (T) と同じ。
- ・ 周波数 一般の B e l l フィルタの周波数。上記の周波数 (f) と同じ。
- ・ $sampling_rate$ デジタル音声サンプリング周波数

30

【 0 0 8 3 】

以下の出力を求める。

- ・ b_0 、 b_1 、 b_2 すなわち、2 次フィルタセクションの 3 つのフィードフォワード係数。
- ・ a_1 、 a_2 すなわち、2 次フィルタセクションの 2 つのフィードバック係数。

【 0 0 8 4 】

以下の中間変数 / 値を使用する。

- ・ $gainlin$ 一般の B e l l フィルタの線形利得
- ・ $shelflin$ 一般のシェルフフィルタの線形利得
- ・ af B e l l フィルタの角周波数。
- ・ tz ゼロの正接半角周波数
- ・ tp 極の正接半角周波数
- ・ gz ゼロの利得。
- ・ gp 極の利得。

40

【 0 0 8 5 】

そして、G、f、Q 及び T の制御設定に基づいて 5 係数の 2 次フィルタセクションの係数 (すなわち a_1 、 a_2 、 b_0 、 b_1 、 b_2) を計算するために、次の計算を行うことができる。

【 0 0 8 6 】

$gainlin = 10 (gain_db / 20)$ に設定して、d B 利得 $gain_db$

50

を線形利得 $gainlin$ に変換する。

【 0 0 8 7 】

$shelflin = 10 (shelf_db / 20)$ に設定して、dB利得 $shelf_db$ を線形利得 $shelflin$ に変換する。

【 数 1 7 】

$$\text{Set } af = \frac{2\pi * \text{周波数}}{\text{sampling_rate}}$$

$$\text{Set } tz = \tan(af/2) * shelflin$$

10

$$\text{Set } tp = \frac{\tan(af/2)}{shelflin}$$

【 0 0 8 8 】

そして、 $gain_db = 0$ の場合、

【 数 1 8 】

$$\text{set } gz = \frac{af * gainlin}{2Q * \sin(af)}$$

20

及び

【 数 1 9 】

$$gp = \frac{af}{2Q * \sin(af)}$$

を設定する。

30

それ以外の場合、 $gain_db < 0$ の場合は、

【 数 2 0 】

$$\text{set } gz = \frac{af}{2Q * \sin(af)}$$

及び

【 数 2 1 】

$$gp = \frac{af}{2Q * \sin(af) * gainlin}$$

40

を設定する。

すると、

【数 2 2】

$$b_0 = \frac{\text{shelflin}^2 * tp^2 * (1 + 2 * gz * tz + tz^2)}{tz^2 * (1 + 2 * gp * tp + tp^2)}$$

$$b_1 = \frac{2b_0 * (tz^2 - 1)}{(1 + 2 * gz * tz + tz^2)}$$

$$b_2 = \frac{b_0 * (tz^2 - 2 * gz * tz + 1)}{(1 + 2 * gz * tz + tz^2)}$$

$$a_1 = \frac{2(tp^2 - 1)}{(1 + 2 * gp * tp + tp^2)}$$

$$a_2 = \frac{(tp^2 - 2 * gp * tp + 1)}{(1 + 2 * gp * tp + tp^2)}$$

10

20

【0089】

したがって、音声処理下位動作202としての4係数の2次フィルタセクションに制御設定G、f、Q及びTの適切な値を決定することができれば、上記の式を介してG、f、Q及びTを a_1 、 a_2 、 b_1 、 b_2 にマッピング（又は変換若しくは換算）することにより、その音声処理下位動作202の4つの構成パラメータ（すなわち4つの係数、 a_1 、 a_2 、 b_1 、 b_2 ）をそれに応じて設定することができる。上記は a_1 、 a_2 、 b_1 、 b_2 の求め方の例に過ぎず、1つ又は複数の中間値の明示的な計算は実行する必要がないことが理解されよう。

30

【0090】

いくつかの実施形態では、傾斜（T）の制御設定は使用しない（すなわちTの値は所定の値、通例は0に設定することができる）。すると、最適化過程で使用する制御設定のセット（すなわちG、f、及びQ）は、ユーザが従来のパラメトリックイコライザで調整することが可能なコントロールと同じになる。ただし、傾斜（T）の制御設定を使用すると、音声処理下位動作202の構成パラメータの決定及び計算における柔軟性をはるかに高くすることができ、また、特定の音声効果に必要なとされる音声処理下位動作202の実数の数を大幅に減らす助けとなる（すなわち、固定された数の音声処理下位動作202でよりよい／より多くの音声効果を達成することができ、又は所与の品質の音声効果のために必要な音声処理下位動作202の数を減らすことができる）。下記の例では、傾斜（T）の値を制御設定として使用する。

40

【0091】

ステップS304で行われる最適化過程は、所定回数の反復を行うことを伴う。これにより、最適化過程が最終結果に収束することを保証することを助ける。各反復は、各種の制御設定について異なる値を試験することを伴う。したがって、各反復及び各制御設定G、f、Q及びTについて、その制御設定の値を現在の反復でどれほど変化させることができるかを表す、対応する値（すなわち G 、 f 、 Q 、 T ）がある。2次フィルタセクション音声処理下位動作202が複数ある場合は、各2次フィルタセクション音声処理下位動作202についての制御設定は、それぞれ個々の値を有することができる（す

50

なわち、ある 2 次フィルタセクション音声処理下位動作 202 は、その G 、 f 、 Q 及び T 制御設定についての独自の値を有し、別の 2 次フィルタセクション音声処理下位動作 202 はその G 、 f 、 Q 及び T の制御設定について可能性としては異なる値を有する可能性がある)。あるいは、制御設定の種類ごとに個々の 1 つの値があってもよく（すなわち 1 つの G 、 f 、 Q 、 T ）、その 1 つの値を各 2 次フィルタセクション音声処理下位動作 202 にまたがって適用してもよい。1 回の反復で、2 次フィルタセクションの制御設定 G について試験すべき値は、 G 、 $G + G$ 、及び $G - G$ である。ただし、制御設定 G については、 G 、 $G + 0.5 G$ 、 $G + G$ 、 $G - 0.5 G$ 、 $G - G$ などの他の値を試験してもよいことが理解されよう。他の制御設定にも同様の値が試験される。

【0092】

次いで図 5 a を参照すると、ステップ S304 の処理はステップ S500 で開始し、当該 / 各音声処理下位動作 202 の制御設定の値が初期化される。制御設定は任意の値に初期化することができる。1 つの 2 次フィルタセクションについての制御設定の初期値は、別の 2 次フィルタセクションの制御設定の初期値と同じであっても、異なってもよい。また、ステップ S500 で、制御設定の値が初期化される。ここでも、値の初期化値は任意の値とすることができる。初期値が大きいほど、制御設定に行うことが可能な変化が大きくなり、可能性としては、目標周波数応答とのよりよい一致を達成することができる。

【0093】

ステップ S502 で、カウンタ CNT を値 1 に初期化し、ブール変数 / フラグ $CHNG$ を値 $FALSE$ に初期化する。 CNT 及び $CHNG$ の使用については下記でより詳細に説明する。

【0094】

ステップ S504 で、2 次フィルタセクション音声処理下位動作 202 の最初の 1 つを選択する。

【0095】

ステップ S506 で、選択した 2 次フィルタセクション音声処理下位動作 202 の制御設定の試験値の n タプル（すなわち n 個の値の集合）を特定する。制御設定の試験値の n タプルは、制御設定ごとに、対応する試験値を有する（それにより n がその音声処理下位動作 202 の制御設定の数と等しくなる）。例えば、試験値の n タプルは、 G の試験値 t_G 、 f の試験値 t_f 、 Q の試験値 t_Q 、 T の試験値 t_T を含む 4 タプル（又は 4 要素のベクトル）の形態とすることができる。すなわち n タプルはベクトル (t_G, t_f, t_Q, t_T) である。

【0096】

試験する各制御設定の異なる値を与えられると（上述のように）、選択された 2 次フィルタセクション音声処理下位動作 202 には $3^{\text{制御設定の数}} = 3^4 = 81$ 個の 4 タプルがある。これは次のように求めることができる。 m 番目の 4 タプル ($m = 1 \dots 81$) はベクトル (t_G, t_f, t_Q, t_T) であり、ここで

10

20

30

【数 2 3】

$$\begin{aligned}
 t_G &= G + (1 - (m \bmod 3))\delta_G, \\
 t_f &= f + \left(1 - \left(\left\lceil \frac{m}{3} \right\rceil \bmod 3\right)\right)\delta_f, \\
 t_Q &= Q + \left(1 - \left(\left\lceil \frac{m}{9} \right\rceil \bmod 3\right)\right)\delta_Q, \\
 t_T &= T + \left(1 - \left(\left\lceil \frac{m}{27} \right\rceil \bmod 3\right)\right)\delta_T
 \end{aligned}$$

10

であり、G、f、Q及びTは、選択された2次フィルタセクション音声処理下位動作202の制御設定の現在の値である。このようにして、値による変更を行わずに、又は値だけ増分又は減分して、制御設定のすべての可能な値を、その他の制御設定の同様の可能な値と組み合わせて試す。

【0097】

20

ステップS508で、特定された制御設定のnタプルそれぞれを試験する。特に、nタプルごとに、

(a) そのnタプルの個々の制御設定を構成パラメータにマッピングすることにより、選択された2次フィルタセクション音声処理下位動作202の構成パラメータについての対応する値を求める。

(b) 各他の音声処理下位動作202につき、その現在の制御設定値を同様に使用して、その音声処理下位動作202の構成パラメータを求める。

(c) 音声処理下位動作202をその個々の構成パラメータで構成する時に、結果得られる音声処理動作200の(又はそれにより達成される)周波数応答を計算する(この技術分野で周知の方法による)。

30

(d) 計算した周波数応答と目標周波数応答の差を計算する。この差は、多くの方法で求めることができるが、好ましい実施形態では、対数周波数対振幅/利得領域における目標周波数応答と計算された周波数応答の二乗平均平方根(RMS)誤差を計算し、より好ましくは、図6に示すように対数周波数対対数振幅/利得領域での誤差を計算する(線形利得を使用するよりも利得にデシベルを使用する方が通例はより正確な比較ができるため)。本発明のいくつかの実施形態では、構成決定アプリケーションが操作者に提供するユーザインタフェースで、操作者が、差を計算するための特定の周波数範囲を設定できるようにすることができる(例えば、操作者に関係しない可能性のある特定の周波数における周波数応答の差はゲートオフ(gate off)又は無視する)。

【0098】

40

目標周波数応答と計算した周波数応答とのRMS誤差に基づく差を計算する際に、2つのデータセット(この場合は目標周波数応答と計算/達成された周波数応答)間のRMS差は、2つのデータセットの個々の平均値が等しい時に最小になることを利用することができる。そのため、ステップS508は、各nタプルについて、以下を伴うこともできる。

【0099】

目標周波数応答の平均値(μ_T)を計算する(平均値(μ_T)は最適化過程に変化しないので、これは最適化全体につき1回行えばよいことは理解されよう。そして、計算された平均値(μ_T)を必要に応じて再使用することができる)。

【0100】

50

(i) 一連の 1 つ又は複数の 4 係数のバイカッド中の各バイカッドがその個々の構成パラメータで構成され (上記のステップ (a) 及び (b) で求められる)、(i i) ゲインコントローラの利得 g が 1 に設定された時に達成される周波数応答の平均値 (μ_A) を計算する。

【 0 1 0 1 】

ゲインコントローラの利得 g を ($\mu_T - \mu_A$) になるように設定する。これを行うことにより、音声処理動作 2 0 0 で達成される周波数応答の平均値が確実に目標周波数応答の平均値と等しくなる。

【 0 1 0 2 】

その後 R M S 差を計算する。

10

【 0 1 0 3 】

このようにして、ゲインコントローラ音声処理下位動作 2 0 2 の構成パラメータ (すなわち利得) を求める。

【 0 1 0 4 】

ステップ S 5 1 0 で、計算された差 / 誤差が最小となった n タブルを選び、選択された 2 次フィルタセクション音声処理下位動作 2 0 2 の制御設定を、その n タブルの対応する値に設定する。これが、選択された 2 次フィルタセクション音声処理下位動作 2 0 2 の制御設定の 1 つ又は複数についての値の変化を伴う場合は、ブールフラグ C H N G を値 T R U E に設定する。したがって、ブールフラグは、音声処理下位動作 2 0 2 の 1 つについての制御設定の変更が実施されたかどうかを示す。

20

【 0 1 0 5 】

ステップ S 5 1 2 で、選択すべき 2 次フィルタセクション音声処理下位動作 2 0 2 がさらにあるかどうかを判定する。ある場合、処理はステップ S 5 0 4 に戻り、次の 2 次フィルタセクション音声処理下位動作 2 0 2 を選択して、その制御設定を試験し、可能性としては調整することができる。その他の場合、処理はステップ S 5 1 4 に進む。

【 0 1 0 6 】

ステップ S 5 1 4 で、カウンタ C N T の値が 1 であるかどうかを判定する。カウンタ C N T は、最適化過程の現在の反復で制御設定が調整 / 決定されるのが初めてである場合に 1 の値を有する。C N T の値が 1 の場合は、処理はステップ S 5 2 0 に進む。それ以外の場合はステップ S 5 1 6 に進む。

30

【 0 1 0 7 】

ステップ S 5 2 0 で、カウンタ C N T の値を増分し、ブールフラグ C H N G を F A L S E にリセットする。

【 0 1 0 8 】

ステップ S 5 1 6 で、ブールフラグ C H N G が F A L S E であるかどうかを判定する。ブールフラグ C H N G は、2 次フィルタセクション音声処理下位動作 2 0 2 のセット全体についてステップ S 5 0 4 ~ S 5 1 2 の最も最近の実行で制御設定の変化が生じなかった場合にのみ F A L S E になる。したがって、変化が発生しなかった場合は、現在の反復で新しい制御設定値を決定するために 2 次フィルタセクション音声処理下位動作 2 0 2 のセット全体に対してステップ S 5 0 4 ~ S 5 1 2 を再試行する必要はない。したがって処理はステップ S 5 2 4 に進む。それ以外の場合、制御設定の少なくとも 1 つに変化が発生した場合は、処理はステップ S 5 1 8 に進む。

40

【 0 1 0 9 】

ステップ S 5 1 8 で、カウンタ C N T の値が、所定の閾値である C N T _ M A X であるかどうかを判定する。カウンタ C N T の値が C N T _ M A X であれば、2 次フィルタセクション音声処理下位動作 2 0 2 のセット全体についてのステップ S 5 0 4 ~ S 5 1 2 の繰り返しの実行で、制御設定の安定した値がまだ得られていないと仮定する (例えば、2 つ以上の制御設定は、単に 2 次フィルタセクション音声処理下位動作 2 0 2 のセット全体に対するステップ S 5 0 4 ~ S 5 1 2 の各回の実行での入れ替え値である可能性がある)。したがって、処理はステップ S 5 2 2 に進み、代替の制御設定試験方式を実施 (図 5 b を

50

参照して下記で説明する)してから、ステップS524に進む。あるいは、カウンタCNTの値がCNT_MAXでない場合は、処理はステップS520に進む。閾値CNT_MAXの使用により、最適化過程が確実に収束することを助ける。

【0110】

ステップS524で、現在の反復が最後の反復であるかどうかを判定する。例えば、最適化過程を確実に収束させるために、所定回数の反復を行うことができる。現在の反復が最後の反復でない場合は、処理はステップS526に進み、値を減らす。これは好ましくは各値を2分の1にすることによって実現することができる。そして、処理はステップS502に戻り、新しい反復を開始する。あるいは、現在の反復が最後の反復である場合は、処理はステップS528で終了する。ステップS528では、当該/各2次フィルタセクションの個々の構成パラメータが、各自の制御設定のそれぞれの値の関数として決定される。同様に、ゲインコントローラ音声処理下位動作202の利得(g)は、上記でステップS508を参照して説明した方法を用いて設定することができる。そして音声処理動作200の構成がステップS306で出力され、構成は、当該/各音声処理下位動作202の決定された構成パラメータを含む。

10

【0111】

次いで図5bを参照すると、ステップS522の処理がより詳細に示される。特に、ステップS522に到達するのは、各音声処理下位動作202の制御設定値を個々に最適化する試みを所定回数(CNT_MAX)試行しても安定した値が得られていない場合である。したがって、ステップS522で、最適化過程は、各音声処理下位動作202の値をまとめて決定することを試みる(すなわち、個別に検討するのではなく、他の音声処理下位動作202と併せて当該/各音声処理下位動作202を検討することによる)。このようにすると、1つの音声処理下位動作202の制御設定の値に行われた変更が、他の音声処理下位動作202の制御設定値に行われる変更には反映されない。

20

【0112】

したがって、ステップS530で、すべての2次フィルタセクション音声処理下位動作202の制御設定の試験値のnタプルを特定する。これはステップS506と同様にして行うが、1つの音声処理下位動作202の制御設定ではなく、すべての音声処理下位動作202の制御設定のセット全体を検討する際に行う。このようにして、値で変更を加えていない、又は値だけ増分又は減分した制御設定のすべての可能な値を、すべての2次フィルタセクション音声処理下位動作202にわたり他の制御設定の同様の可能な値と組み合わせる。

30

【0113】

ステップS532で、特定された制御設定の値のnタプル各々を試験する。特に、nタプルごとに、(a)当該/各音声処理下位動作202の構成パラメータの対応する値を、それぞれの制御設定の関数として求め、(b)その結果得られる音声処理動作200の周波数応答を計算し(当技術分野で周知の方法による)、(c)計算した周波数応答と目標周波数応答の差を計算する(上記でステップS508について説明したのと同じ要領で)。

【0114】

ステップS534で、計算した差/誤差が最小となったnタプルを選び、当該/各2次フィルタセクション音声処理下位動作202の制御設定を、そのnタプルの対応する値に設定する。これでステップS522の処理が終了する。

40

【0115】

図5a及び5bを参照した上記の最適化過程は、例示的な最適化過程の1つに過ぎず、目標周波数応答と結果得られる音声処理動作200の周波数応答との差を減らすように制御設定の1つ又は複数を調整する他の技術を使用可能であることは理解されよう。ただし、上述のように、使用する最適化手順は、好ましくは、(a)制御設定(局所性、単調、且つ比例性がある)に作用し、(b)対数周波数対振幅領域又は対数周波数対対数振幅領域で、目標周波数応答と結果得られる音声処理動作200の周波数応答の差を測定する。

50

【 0 1 1 6 】

上記の本発明の実施形態は周波数応答の差を減らすことを参照して説明したが、代わりに位相応答に基づいて同様の処理を行うことも可能であることが理解されよう（すなわち、最適化過程は、目標位相応答と結果得られる音声処理動作 2 0 0 の位相応答との差を減らすように制御設定に働きかけることができる）。

【 0 1 1 7 】

さらに、一部の実施形態は、周波数応答と位相応答の両方を検討するように構成することができる。そのような実施形態では、特定の n タプル（ステップ S 5 0 6 又は S 5 3 2 で特定される）について、（ a ）目標周波数応答と結果得られる音声処理動作 2 0 0 の周波数応答との第 1 の差を求める。（ b ）目標位相応答と結果得られる音声処理動作 2 0 0 の位相応答との第 2 の差を求める。（ c ）その n タプルの差 / 誤差は、第 1 の差と第 2 の差の加重和とすることができる。

10

【 0 1 1 8 】

本発明の実施形態は各種の異なる情報処理システムを使用して実施できることが理解されよう。特に、図 1 とその説明には例示的なコンピューティングアーキテクチャ及びコンピュータを提示するが、これは単に本発明の各種態様の説明で有用な参照を提供するために提示するに過ぎない。無論、このアーキテクチャの記述は説明のために簡略化しており、本発明の実施形態に使用することが可能な多数の種々のアーキテクチャの 1 つに過ぎない。論理ブロックの境界は例示的なものに過ぎず、代替の実施形態では論理ブロック又は要素を併合してもよく、又は各種の論理ブロック又は要素に対して代替の機能の分割を加えてもよいことは理解されよう。

20

【 0 1 1 9 】

上記のように、システム 1 0 0 はコンピュータ 1 0 2 を備える。コンピュータ 1 0 2 は、パーソナルコンピュータシステム、メインフレーム、ミニコンピュータ、サーバ、ワークステーション、ノートパッド、携帯情報端末、又は携帯電話等であり、実際、本発明の実施形態を実行するのに適した任意の他のコンピューティングプラットフォームとすることができる。

【 0 1 2 0 】

本発明の実施形態がコンピュータプログラムで実施される限り、そのコンピュータプログラムを担持する記憶媒体及び伝送媒体は本発明の態様を形成することが理解されよう。コンピュータプログラムは、1 つ又は複数のプログラム命令、又はプログラムコードを有することができる、それらがコンピュータに実行されると、本発明の実施形態を実行する。本明細書で使用する用語「プログラム」は、コンピュータシステムで実行するために設計された命令のシーケンスとすることができる、サブルーチン、関数、プロシージャ、オブジェクトメソッド、オブジェクトの実装、実行可能アプリケーション、アプレット、サーブレット、ソースコード、オブジェクトコード、共有ライブラリ、ダイナミックリンクライブラリ、及び / 又はコンピュータシステムで実行するために設計されたその他の命令シーケンスを含むことができる。記憶媒体は、磁気ディスク（ハードドライブ、フロッピーディスク等）、光ディスク（CD - ROM、DVD - ROM、又は Blu Ray ディスク等）、メモリ（ROM、RAM、EEPROM、EPROM、Flash メモリ、又は携帯可能 / 取り外し可能メモリ機器）等である。伝送媒体は、ネットワークを通じた 2 つ以上のコンピュータ間の通信信号、データブロードキャスト、通信リンク等である。

30

40

【図 1】

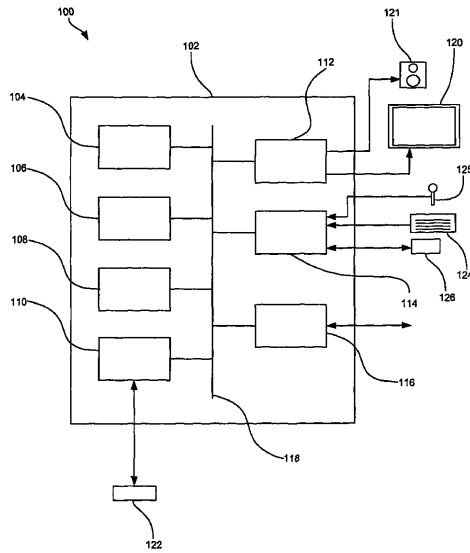
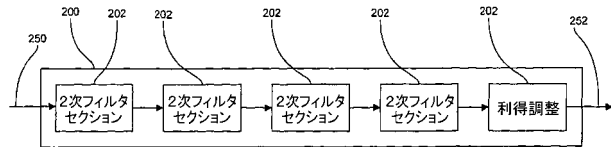
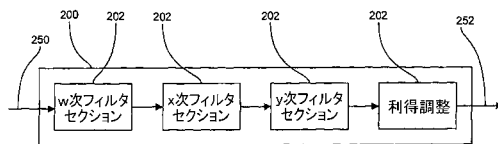


Figure 1

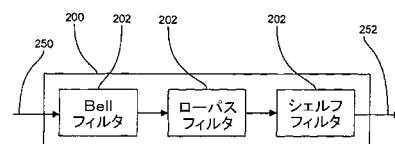
【図 2 a】



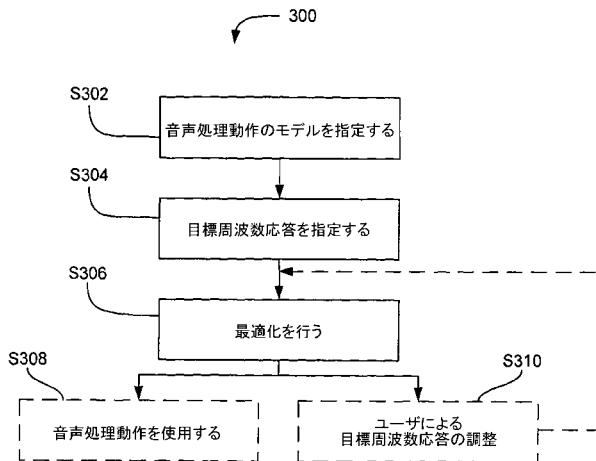
【図 2 b】



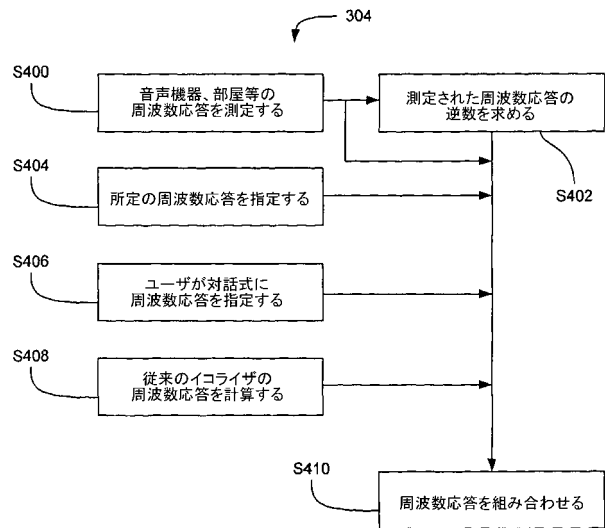
【図 2 c】



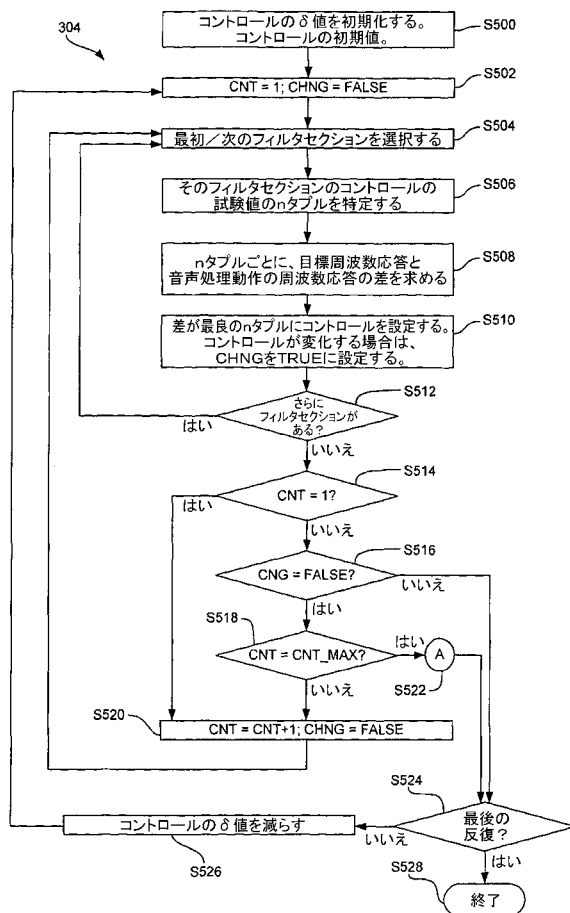
【図 3】



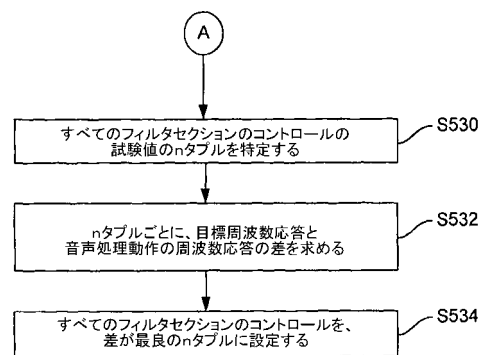
【図 4】



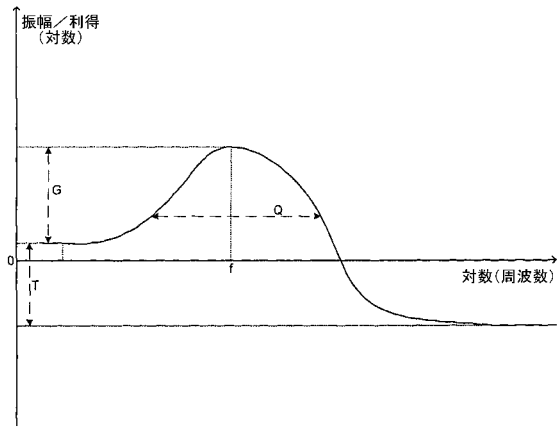
【図 5 a】



【図 5 b】



【 図 6 】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/GB2010/001882

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. H04S7/00 ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H04S		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2007/025559 A1 (MIEHELICH RYAN J [US] ET AL) 1 February 2007 (2007-02-01) paragraphs [0033] - [0034], [111] - [0113], [136] - [0152], [191] - [0200]; figure 1	1-25
X A	EP 1 843 635 A1 (HARMAN BECKER AUTOMOTIVE SYS [DE]) 10 October 2007 (2007-10-10) paragraph [0025]	1,19,20 2-18, 21-25
X A	EP 1 986 466 A1 (HARMAN BECKER AUTOMOTIVE SYS [DE]) 29 October 2008 (2008-10-29) paragraphs [0004] - [0005]	1,19,20 2-18, 21-25
	-/-	
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
4 January 2011		14/01/2011
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax (+31-70) 340-3016		Authorized officer
		Fruhmann, Markus

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/GB2010/001882

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 001 652 A2 (TEXAS INSTRUMENTS INC [US]) 17 May 2000 (2000-05-17)	1, 19, 20
A	paragraphs [0019] - [0021]; figure 8	2-18, 21-25
X	US 5 581 621 A (KOYAMA YOSHIHIDE [JP] ET AL) 3 December 1996 (1996-12-03)	1, 19, 20
A	column 15, line 22 - column 17, line 38; figure 4	2-18, 21-25

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/GB2010/001882

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2007025559	A1	01-02-2007	NONE
EP 1843635	A1	10-10-2007	AT 491314 T 15-12-2010 AT 484927 T 15-10-2010 CA 2579902 A1 05-10-2007 CN 101052242 A 10-10-2007 JP 2007282202 A 25-10-2007 KR 20070100145 A 10-10-2007 US 2008049948 A1 28-02-2008
EP 1986466	A1	29-10-2008	CA 2628524 A1 25-10-2008 CN 101296529 A 29-10-2008 JP 2008278487 A 13-11-2008 KR 20080095805 A 29-10-2008 US 2008285775 A1 20-11-2008
EP 1001652	A2	17-05-2000	AT 450119 T 15-12-2009 JP 2000152374 A 30-05-2000 KR 20000047624 A 25-07-2000 TW 503668 B 21-09-2002 US 6721428 B1 13-04-2004
US 5581621	A	03-12-1996	NONE

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(特許庁注：以下のものは登録商標)

１．フロッピー

(72)発明者 イースッティ, ピーター チャールズ
イギリス, 0 エックス 2 9 4 ジェイワイ オックスフォードシャー, アインシャム, ミル
ストリート, ジ オールド チャーチ
F ターム(参考) 5D220 AB01