

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4778582号
(P4778582)

(45) 発行日 平成23年9月21日(2011.9.21)

(24) 登録日 平成23年7月8日(2011.7.8)

(51) Int. Cl.		F I	
HO4B	3/23	(2006.01)	HO4B 3/23
HO4M	1/60	(2006.01)	HO4M 1/60 C
HO4R	3/02	(2006.01)	HO4R 3/02

請求項の数 15 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2009-513138 (P2009-513138)	(73) 特許権者	500046438
(86) (22) 出願日	平成19年4月5日(2007.4.5)		マイクロソフト コーポレーション
(65) 公表番号	特表2009-539312 (P2009-539312A)		アメリカ合衆国 ワシントン州 9805
(43) 公表日	平成21年11月12日(2009.11.12)		2-6399 レッドモンド ワン マイ
(86) 国際出願番号	PCT/US2007/008676		クロソフト ウェイ
(87) 国際公開番号	W02007/139621	(74) 代理人	100077481
(87) 国際公開日	平成19年12月6日(2007.12.6)		弁理士 谷 義一
審査請求日	平成22年3月24日(2010.3.24)	(74) 代理人	100088915
(31) 優先権主張番号	11/421,052		弁理士 阿部 和夫
(32) 優先日	平成18年5月30日(2006.5.30)	(72) 発明者	ジャック ダブリュ. ストークス ザ サ
(33) 優先権主張国	米国 (US)		ード
			アメリカ合衆国 98052 ワシントン
			州 レッドモンド ワン マイクロソフト
			ウェイ マイクロソフト コーポレーシ
			ョン インターナショナル パテント内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 適応音響エコー消去

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

コンピュータで音響エコーを消去するための処理方法であって、
コンピュータが、受信した再生データ及び対応するキャプチャデータを周波数領域に変換することと、

コンピュータが、エコーを消去する異なる適応技術を使用する複数の音響エコー消去フィルタを用いて前記再生データ及び前記キャプチャデータを処理して、複数の音響エコー消去出力を生成することであって、前記異なる適応技術を使用する複数の音響エコー消去フィルタで再生データ及びキャプチャデータを処理することが、

(a) コンピュータが、再生データ及びキャプチャデータを高周波数帯及び低周波数帯に分割することと、

(b) 前記再生データ及びキャプチャデータの高周波数帯に対して、
コンピュータが、高速適応音響エコー消去出力を計算することと、
コンピュータが、前記高周波数帯に対しては前記高速適応音響エコー消去出力を前記音響エコー消去出力として選択することと、

(c) 前記再生データ及びキャプチャデータの低周波数帯に対して、
コンピュータが、平滑適応音響エコー消去出力を計算することと、
コンピュータが、高速適応音響エコー消去出力を計算することと、
コンピュータが、平滑適応音響エコー消去収束統計値を計算することと、
コンピュータが、前記平滑適応音響エコー消去出力が収束したかどうか判定するため

に前記平滑適応収束統計値を使用することと、

前記平滑適応音響エコー消去出力が収束したならば、コンピュータが、前記低周波数帯に対して前記平滑適応音響エコー消去出力を前記音響エコー消去出力として選択することと、

前記平滑適応音響エコー消去出力が収束していないならば、コンピュータが、前記低周波数帯に対して前記高速適応音響エコー消去出力を前記音響エコー消去出力として選択すること、を含むことと、

コンピュータが、前記複数の音響エコー消去フィルタの前記音響エコー消去出力を結合して、前記周波数領域における最終エコー消去出力を生成することと

を含むことを特徴とする処理方法。

10

【請求項 2】

コンピュータが、前記周波数領域内の前記最終エコー消去出力を時間領域に変換して、処理された近端音声を生成することをさらに含む請求項 1 に記載の処理方法。

【請求項 3】

前記複数の異なる適応技術は、適応音響エコー消去フィルターアルゴリズムの収束を達成するのを試みる際に、異なるパラメータを使用し、

前記異なるパラメータは、

収束アルゴリズムステップサイズ、

タップ数、

正則化定数、及び

忘却係数

20

のうちの少なくとも 1 つを含むことを特徴とする請求項 1 に記載の処理方法。

【請求項 4】

高速適応音響エコー消去出力の各々は、正規化最小平均二乗 (NLMS) 処理手順を用いて計算され、

平滑適応音響エコー消去出力の各々は、負のモーメント項を使用するモーメント正規化最小平均二乗 (MNLMS) 処理手順を用いて計算され、

高速適応音響エコー消去出力の各々は、

最小二乗平均 (LMS) 処理手順、

再帰最小二乗 (RLS) 処理手順、

高速再帰最小二乗 (FRLS) 処理手順、又は

正のモーメント項を使用するモーメント正規化最小平均二乗 (MNLMS) 処理手順のうちの 1 つを用いて計算される

ことを特徴とする請求項 1 に記載の処理方法。

30

【請求項 5】

平滑適応音響エコー消去収束統計値を計算することは、コンピュータが、前記再生データを前記平滑適応音響エコー消去出力に相互相関させることを含み、

平滑適応収束統計値を計算することは、

コンピュータが、平滑適応音響エコー消去出力と第 1 の周波数帯の再生データスペクトル係数を受信することと、

40

前記第 1 の周波数帯及び残りの周波数帯に対して、

コンピュータが、前記平滑適応音響エコー消去出力に関する出力スペクトル密度の推定値を計算することと、

コンピュータが、前記再生データに関する前記出力スペクトル密度の推定値を計算することと、

コンピュータが、前記平滑適応音響エコー消去出力と前記再生データとの間の相互出力スペクトル密度を計算することと、

コンピュータが、前記平滑適応音響エコー消去出力と現在の再生フレームに対する前記再生データとの間の相互相関係数を計算することと、

コンピュータが、前記現在のフレーム及び先のフレームにわたって前記相互相関係

50

数を平均化して、平均相互相関係数を生成することと、

コンピュータが、前記平滑適応音響エコー消去出力が収束したかどうか判定する際に、前記平均相互相関係数を前記平滑適応音響エコー消去収束統計値として使用することを含むことを特徴とする請求項 1 に記載の処理方法。

【請求項 6】

前記平滑適応音響エコー消去出力が収束したかどうか判定する際に、前記平均相互相関係数を前記平滑適応音響エコー消去収束統計値として使用することは、

コンピュータが、前記平均相互相関係数を閾値と比較すること、

前記平均相互相関係数が前記周波数帯の半分以上において前記閾値以下であるならば、コンピュータが、前記平滑適応音響エコー消去出力が収束したと判定すること、

前記平均相互相関係数が前記周波数帯の半分以上において前記閾値以下でないならば、コンピュータが、前記平滑適応音響エコー消去出力が収束していないと判定することを含むことを特徴とする請求項 5 に記載の処理方法。

【請求項 7】

正規化最小二乗平均処理手順を用いた高速適応音響エコー消去出力を計算することは、前記高速適応音響エコー消去出力の収束を促進する異なるステップサイズを使用することを含むことを特徴とする請求項 5 に記載の処理方法。

【請求項 8】

請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載の処理方法をプロセッサに実行させるためのプログラムを記録したことを特徴とするコンピュータが読み取り可能な記憶媒体

【請求項 9】

請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載の処理方法を実行するように構成された手段を備えたシステム。

【請求項 10】

コンピュータで音響エコーを消去するための処理方法であって、

コンピュータが、受信した再生データ及び対応するキャプチャデータを周波数領域に変換することと、

コンピュータが、エコーを消去する異なる適応技術を使用する複数の音響エコー消去フィルタを用いて前記再生データ及び前記キャプチャデータを処理して、複数の音響エコー消去出力を生成することであって、前記異なる適応技術を使用する複数の音響エコー消去フィルタで再生データ及びキャプチャデータを処理することが、

(a) コンピュータが、再生データ及びキャプチャデータを高周波数帯及び低周波数帯に分割することと、

(b) 前記再生データ及びキャプチャデータの高周波数帯に対して、

コンピュータが、高速適応音響エコー消去出力を計算することと、

コンピュータが、前記高周波数帯に対しては前記高速適応音響エコー消去出力を前記音響エコー消去出力として選択することと、

(c) 前記再生データ及びキャプチャデータの低周波数帯に対して、

コンピュータが、モーメント正規化最小平均二乗 (MNLMS) 処理手順を用いて平滑適応音響エコー消去出力を計算することと、

コンピュータが、低周波数帯に対しては平滑適応音響エコー消去出力を前記音響エコー消去出力として計算することと、

コンピュータが、前記複数の音響エコー消去フィルタの前記音響エコー消去出力を結合して、前記周波数領域における最終エコー消去出力を生成することと

を含むことを特徴とする処理方法。

【請求項 11】

請求項 10 に記載の処理方法をプロセッサに実行させるためのプログラムを記録したことを特徴とするコンピュータが読み取り可能な記憶媒体。

【請求項 12】

請求項 10 に記載の処理方法を実行するように構成された手段を備えたシステム。

10

20

30

40

50

【請求項 13】

コンピュータで音響エコーを消去するための処理方法であって、
コンピュータが、受信した再生データ及び対応するキャプチャデータを周波数領域に変換することと、

コンピュータが、エコーを消去する異なる適応技術を使用する複数の音響エコー消去フィルタを用いて前記再生データ及び前記キャプチャデータを処理して、複数の音響エコー消去出力を生成することであって、前記異なる適応技術を使用する複数の音響エコー消去フィルタで再生データ及びキャプチャデータを処理することが、

コンピュータが、平滑適応音響エコー消去出力を計算することと、

コンピュータが、高速適応音響エコー消去出力を計算することと、

コンピュータが、平滑適応音響エコー消去収束統計値を計算することと、

コンピュータが、前記平滑適応音響エコー消去出力が収束したかどうか判定するために前記平滑適応収束統計値を使用することと、

前記平滑適応音響エコー消去出力が収束したならば、コンピュータが、前記平滑適応音響エコー消去出力を最終音響エコー消去出力として選択することと、

前記平滑適応音響エコー消去出力が収束していないならば、コンピュータが、前記高速適応音響エコー消去出力を最終音響エコー消去出力として選択すること、を含むことと

コンピュータが、前記複数の音響エコー消去フィルタの前記音響エコー消去出力を結合して、前記周波数領域における最終エコー消去出力を生成することと

を含むことを特徴とする処理方法。

【請求項 14】

請求項 13 に記載の処理方法をプロセッサに実行させるためのプログラムを記録したことを特徴とするコンピュータが読み取り可能な記憶媒体。

【請求項 15】

請求項 13 に記載の処理方法を実行するように構成された手段を備えたシステム。

【発明の詳細な説明】

【背景技術】

【0001】

音がマイクロホンの近くに位置するスピーカを介して同時に発せられる場合に、そのマイクロホンによってキャプチャされた（捕えられた）エコーはエコー消去により除去される。騒々しい会議室若しくはロビー及び車内のハンズフリー電話等の多くの高雑音環境においては、通信をよりよくするために有効なエコー消去が必要とされている。しかしながら、雑音が存在することによって、音響エコー消去アルゴリズムの収束は妨げられ、エコー消去が貧弱となってしまう。

【0002】

エコー消去では、複雑なアルゴリズムの処理手順が、音声エコーモデルを計算するのに用いられる。これにより、元の音声から反射したエコーからの和が生成されて、当該和が、マイクロホンが受信する信号から差し引かれる。その結果、話者の音声は浄化される。エコー予測の形式は、適応 (adaptation) として知られる処理でエコー消去器によって学習されなければならない。適応処理から学習されたパラメータは、エコー信号の予測を生成し、マイクロホンが設置された場所（部屋）の音響状況 (acoustic picture) が形成される。

【0003】

適応フィルタリングアルゴリズムの性能は、その収束率と誤調整として知られている因子に基づいて評価することができる。収束率は、定常条件下では平均二乗における最適な Wiener 解に「十分近くで」収束するアルゴリズムに対して要求される反復回数として定義できる。誤調整はアルゴリズムの定常状態における振る舞いを表しており、平均二乗誤差の平均された最終値が最適 Wiener フィルタによって生成された最小平均二乗誤差を上回る量の定量的な指標である。適応フィルタリングアルゴリズムの周知の特性は

10

20

30

40

50

適応時間と誤調整との間のトレードオフである。有効な音響エコー消去システムは、エコー経路が変化するときには高速適応を必要とし、エコー経路が固定されているときは平滑適応（適応平滑化処理）を必要とする。

【0004】

多くの音響エコー消去アルゴリズムにおいて、適応フィルタは、正規化最小平均二乗（NLMS：normalized, least mean square）アルゴリズムを使用して、近端場所の伝達関数（当該場所（部屋）の中でマイクロホンに最も近い場所の伝達関数）を学習する。NLMSアルゴリズムは音響エコー消去で最も広く使用されているアルゴリズムであり、それは最適適応フィルタ係数を測定する低コストな方法を提供する。このアルゴリズムは各適応ステップで（例えば、各標本で）残余エコー誤差信号の平均二乗を最小化するので、特定の目的を達成する算法（アルゴリズム）と呼ばれる。音声は非常に非定常的のプロセスであるので、信号出力による正規化が通常は使用される。NLMSは、未処理のマイクロホン信号及び既存の適応フィルタによって予測されたエコーから得られた誤差信号に応じて、適応フィルタ係数を更新する。高雑音環境では、この誤差は非相関ノイズによって増強され、非相関ノイズによって、適応フィルタ係数が最適解から離れてしまう。

10

【0005】

高雑音下の音響エコー消去における従来の研究は、雑音とエコー低減の両方に焦点を合わせていた。このようなアプローチの1つは、雑音抑制アルゴリズムによってマイクロホン信号の予備的処理をし、且つマイクロホン信号と同じ雑音抑制処理を受けた遠端スピーカ信号を使用することで適応を実行することである。これは好ましく思えるが、実験によれば、この方法がしばしばエコー信号を歪め、その結果、音響エコー消去アルゴリズムの収束特性を妨げてしまうことが明らかにされている。その上、この方法はマイクロホンと遠端スピーカ信号との間の完全な同期を必要とするので、たいてい実現しがたい。

20

【0006】

また、エコーを除去するのに使用される様々な後処理方法により、マイクロホンによって得られた近端音声が大きく歪んでしまう。

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の適応音響エコー消去方法は、従来の音響エコー消去方法に比べて収束時間と誤調整の両方を改良するために異なる適応技術を使用する複数の音響エコー消去フィルタを使うことによって、異なる雑音環境に適応する。このことは高雑音環境に対しては特に有効である。

30

【0008】

概ね、本発明の適応音響エコー消去方法の一実施形態は以下の通り動作する。再生データ（スピーカデータ）のフレーム及び対応するキャプチャデータ（マイクロホンによって得られたデータ）のフレームが受信される。再生データ及び対応するキャプチャデータは、例えば、従来の高速フーリエ変換（FFT）又はMCLT（Modulated Complex Lapped Transform）等の任意の適切な変換方法を使用して周波数領域に変換される。周波数領域の再生データ及びキャプチャデータは、異なる適応技術を使用し且つ周波数領域のエコーを消去するためにステップサイズ等の異なるパラメータも使用する多くの適応音響エコー消去フィルタによって処理される。そして、周波数領域における最終AEC出力を形成するために音響エコー消去（AEC）出力を結合することができる。尚、逆周波数領域変換によってこの最終AEC出力を時間領域に変換し（戻し）てもよい。

40

【0009】

他の例示的实施形態においては、スピーカ信号（再生データ）と対応するマイクロホン信号（キャプチャデータ）とが受信され、当該信号は、MCLT、高速フーリエ変換、フィルタバンク、又は音響エコー消去の収束特性を改良する任意の他の変換を行うことによ

50

って、周波数領域の信号に変換される。各周波数に対して、各々が異なる適応技術（すなわち、A E C 1 から A E C K）の異なったパラメータを使用する多くの音響エコー消去フィルタ（Kフィルタという）が計算される。各周波数において、K個のフィルタの出力の線形結合が計算される。そして、各周波数に対するKフィルタ出力の線形結合が全周波数に対して結合され、場合によっては、その結果は時間領域に変換される（戻される）。

【0010】

適応音響エコー消去方法のさらに別の例示的实施形態では、二重構造の音響エコー消去アーキテクチャが採用されており、そのアーキテクチャの一部が高速適応法を実行し、もう一方の部分が平滑適応法（適応平滑化处理）を実行する。モーメント正規化最小二乗平均（MNLMS）アルゴリズムが平滑適応法を提供するのに使用され、望ましくは、従来の正規化最小二乗平均（NLMS）アルゴリズムを使用して（他の高速適応アルゴリズムを使用してもよい）高速適応法が実行される。その平滑特性によって、近端場所によく動く物体（人間等を含む）が何も無いとき、MNLMS音響エコー消去アルゴリズムは上手く動作するが、動的環境におけるNLMSアルゴリズムよりも遥かに遅く収束する。その結果、アーキテクチャの1つのブランチ上において、NLMS音響エコー消去は、例えば、音響エコー消去パラメータが学習される初期期間の間及び人物が近端場所で運動するとき等において、高速適応法に対して使用される。第2のブランチ上においては、例えば、近端場所に主要な運動物がないとき等、平滑適応法が望まれる期間において、本発明の適応二重構造音響エコー消去アーキテクチャはMNLMS音響エコー消去アルゴリズムを使用する。収束検出装置は、二重構造アーキテクチャの高速ブランチと低速ブランチをいつ切り換えるかを検出するのに使用される。

【0011】

上記の適応音響エコー消去方法を実施することによって、背景技術において説明した音響エコー消去技術の限定・欠点を解決することができるが、この技術（本発明）は、上記の欠点のいずれか又はすべてを解決するためだけに用いられるものではない。むしろ、以下の説明から明らかになるように、本発明は遥かに広いアプリケーションを有する。

【0012】

発明の開示の欄は、発明の詳細な説明でさらに記載されるいくつかの概念を簡易に紹介するために記載されている。この発明の開示の欄は、特許請求の範囲に記載された発明の重要な特色又は本質的特徴を特定することを意図していないし、特許請求の範囲に記載された発明の範囲を制限するのに使用されることを意図していない。

【0013】

特許請求の範囲に記載された発明の内容の具体的特徴、態様及び利点は、以下の説明、添付された特許請求の範囲、及び添付図面を参照してより理解されるであろう。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

以下の説明においては、当該説明の一部となる添付図面を参照する。添付図面には、本発明を実施するための特定の实施形態が例示されている。尚、他の実施形態が用いられてもよく且つ本出願の開示の範囲から逸脱しないで構造的変更がなされてもよい。

【0015】

1.0 コンピュータ環境（計算環境）

本発明の適応音響エコー消去技術の実施形態について説明する前に、当該技術の一部が実施される好適なコンピュータ環境に関する簡潔で概略的な説明をする。当該技術は多数の汎用若しくは専用コンピュータシステム環境若しくは構成を用いて使用できる。この処理を使用するのに適した周知のコンピュータシステム、環境、及び/又は構成の例は、パーソナルコンピュータ、サーバー・コンピュータ、携帯型若しくはラップトップデバイス、マルチプロセッサシステム、マイクロプロセッサベースシステム、セットトップボックス、プログラム家庭用電化製品、ネットワークPC、ミニコンピュータ、メインフレームコンピュータ、及び上記システム若しくはデバイスのいずれかを含む分散コンピュータ環

10

20

30

40

50

境等を含む（但し、これらに限定されない）。

【0016】

図1は好適なコンピュータシステム環境の実施形態を示している。このコンピュータシステム環境は、好適なコンピュータ環境の一例にすぎず、本システム及びプロセスの機能性及び使用範囲に関していかなる制限を課すことも意図されていない。コンピュータ環境は、典型的な動作環境において例示された要素のいずれか1つ若しくは組み合わせに関連するいかなる依存関係又は必要条件を有するものとして解釈されるべきでない。図1を参照すると、本プロセスを実行する例示システムはコンピュータデバイス100等のコンピュータデバイスを含んでいる。その最も基本的な構成において、コンピュータデバイス100は、少なくとも1つの処理ユニット102及びメモリ104を典型的に含む。コンピュータデバイスの正確な構成及び種類に応じて、メモリ104は、揮発性メモリ（RAM等）、不揮発性メモリ（ROM、フラッシュメモリ等）、又はこれらの組み合わせであってもよい。この最も基本的な構成が図1において破線106で示されている。さらに、デバイス100はさらなる特徴/機能を有してもよい。例えば、デバイス100は、磁気ディスク若しくは光ディスク若しくはテープを含むがこれらに限定されない（脱着可能及び/又は脱着不可能な）さらなる記憶装置を含んでもよい。かかる付加的記憶装置が図1において脱着可能な記憶装置108及び脱着不可能な記憶装置110によって例示されている。コンピュータ記憶媒体は、コンピュータ読み込み可能な指示、データ構造、プログラムモジュール若しくは他のデータ等の情報を記憶する任意の方法又は技術によって実行される揮発性及び不揮発性媒体並びに脱着可能及び脱着不可能媒体を含む。メモリ104、脱着可能記憶装置108、及び脱着不可能記憶装置110は全てコンピュータ記憶媒体の例である。コンピュータ記憶装置媒体は、RAM、ROM、EEPROM、フラッシュメモリ若しくは他のメモリ手段、CD-ROM、デジタル多用途ディスク（DVD）若しくは他の光記憶装置、磁気カセット、磁気テープ、磁気ディスク記憶装置若しくは他の磁気記憶装置、又は所望の情報を記憶するのに使用でき且つデバイス100によってアクセス可能ないかなる他の媒体、を含むが、これらに限定されない。かかるコンピュータ記憶媒体が、デバイス100の一部であってもよい。

【0017】

デバイス100はデバイスが他のデバイスと通信できるようにする（複数の）通信接続部（接続手段）112を含んでもよい。（複数の）通信接続手段112は通信媒体の一例である。通常、通信媒体は、コンピュータの読み込み可能な指示、データ構造、プログラムモジュール若しくはその他のデータを伝送波若しくはその他の転送機構等の変調データ信号により伝達し、且ついかなる情報配信媒体を含む。「変調データ信号」という用語は、信号内の情報を符号化するように設定または変更された特性を1つ以上有する信号を意味している。例として（限定的な意味はない）、通信媒体は有線媒体（有線ネットワーク若しくは直接有線接続等の有線媒体）及び無線媒体（音響、RF、赤外線及び他の無線媒体等の）を含む。本明細書に使用されるコンピュータ読み込み可能な媒体という用語は、記憶媒体と通信媒体の両方を含む。

【0018】

デバイス100は、キーボード、マウス、カメラ、ペン、音声入力装置、タッチ入力装置、及びスピーカ信号機等の入力装置114を有してもよい。特に、かかる入力装置の1つはマイクロホンである。ディスプレイ、スピーカ、プリンタ等の（複数の）出力装置116を含んでもよい。これらのすべての装置は、当技術分野で周知であり、ここで十分説明されるべき必要はない。

【0019】

本発明の技術は、コンピュータデバイスによって実行されるプログラムモジュール等のコンピュータ実行可能指示（命令）として説明されてもよい。一般には、プログラムモジュールは特定のタスクを実行するか又は特定の抽象データ型を実装・実行するルーチン、プログラム、オブジェクト、要素、及びデータ構造等を含む。分散コンピュータ環境内で処理が実施されてもよく、分散コンピュータ環境においては、タスクは通信ネットワー

10

20

30

40

50

クを介してリンクされた遠隔処理装置によって実行される。分散コンピュータ環境では、プログラムモジュールはメモリ記憶装置を含むローカルコンピュータ記憶装置及び遠隔コンピュータ記憶装置の両方に設けられてもよい。

【0020】

上記において典型的な動作環境を説明してきたが、明細書の残りの部分は、本発明の適応音響エコー消去技術を実行するプログラムモジュールの説明に割り当てられる。

【0021】

2.0 適応音響エコー消去技術

以下に、音響エコー消去における課題の概要及び本発明の適応音響エコー消去技術の様々な実施形態を説明すると共に、正規化最小平均二乗 (NLMS: Normalized Least Mean Squares) アルゴリズム及び適応音響エコー消去技術において採用可能なモーメント正規化最小平均二乗 (MNLMS: Momentum Normalized Least Mean Squares) アルゴリズムを説明する。

【0022】

2.1 音響エコー消去における課題

典型的なシステムレベル音響エコー消去200システムが図2に示されている。遠端音声202、すなわちマイクロホン210から離れた音声、1つ以上のスピーカ204を介して発せられる。この遠端音声202が、壁208、テーブル、及びラップトップコンピュータ等に反射したときに、エコー206を生成し、そして、近端場所(室内等の所定空間内においてマイクロホンに最も近い場所)においてマイクロホン210によって捕えられる(キャプチャされる)。エコー206に加えて、マイクロホンは近端場所で話す1人以上の人物からの近端音声212並びに独立した背景ノイズを捕える(キャプチャする)。全ての音響エコー消去アルゴリズムの目標は、エコーを推定し又は予測し、生のマイクロホン信号からエコーの推定値を差し引いて、エコーを全く又はほとんど含まない処理されたマイクロホン信号を生成することである。典型的な音響エコー消去アルゴリズムは、エコー206を推定するために(複数の)スピーカ204からマイクロホン210までの音響伝達関数216を学習する適応フィルタ214を使用している。音響伝達関数216は数百ミリ秒に及び得るので、適応フィルタ214は何千ものパラメータについて学習しなければならない。その結果、適応フィルタ214は、再生信号(スピーカ信号)及びキャプチャ(マイクロホン)信号が周波数領域変換218、220の使用により最初に変換することが必要となる周波数領域内においてより良く実装される。その後、低減されたエコー224(近端処理された音声)を伴う処理されたキャプチャ信号は、逆周波数領域変換222を使用して時間領域に変換される。尚、実際の音響エコー消去も時間領域内で実行できる。この場合、キャプチャ信号が周波数領域に変換されず、適応フィルタ出力のみが周波数領域から時間領域に変換される。このとき、エコー消去は時間領域で行われる。

【0023】

2.2 適応音響エコー消去の実施形態

本発明の適応音響エコー消去技術は複数の音響エコー消去フィルタを用いており、音響エコー消去フィルタは異なる適応技術(異なるパラメータを使用する場合もある)を用いて、音響エコー消去処理に関して最適な収束速度及び精度(最小誤調整)を提供する。

【0024】

本発明の適応音響エコー消去処理の一実施形態に関する高レベルフロー図が図3に示されている。最初に、再生データ(スピーカデータ)の新しいフレームとキャプチャデータ(マイクロホンによってキャプチャされたデータ)の対応するフレームが、処理アクション(処理動作・工程)302に示されるように受信される。そして、再生/スピーカデータは、例えば、高速フーリエ変換(FFT)又はMCLT等の変換手法を用いて周波数領域に変換される(処理アクション304)。また、マイクロホン/キャプチャデータは例えば、高速フーリエ変換(FFT)又はMCLT等の変換手法を用いて周波数領域に変換される(処理アクション306)。そして、これらの周波数領域フレームは複数の音響エ

10

20

30

40

50

コー消去フィルタによって処理され、複数の音響エコー消去フィルタは、例えば、最小平均二乗（LMS）、正規化最小平均二乗（NLMS）、モーメント正規化最小平均二乗（MNLMS）、再帰最小二乗（RLS）、及び高速再帰最小二乗（FRLS）等の異なる適応技術を用いて、処理アクション308に示されているように、周波数領域においてエコーが消去された別々の出力を生成する。また、異なる適応技術は、適応フィルタアルゴリズムの収束を達成するのを試みる際に、ステップサイズ、タップ数、正則化定数、及び忘却因子等の異なるパラメータを用いることができる。そして、複数のAECフィルタの周波数領域出力が結合されて、処理アクション310に示されているように、エコー消去された最終的な周波数領域出力が生成される。尚、最終的な周波数領域出力は時間領域に変換されてもよく、処理された近端音声信号312が生成されるようにしてもよい。

10

【0025】

図3に示された適応音響エコー消去処理を実行できる例示的なシステム400が、図4に示されている。ここでは、スピーカ信号 $x(t)$ 402は線形変換モジュール404に入力され、線形変換モジュール404は、例えば、FFT若しくはMCLT、フィルタバンク又は音響エコー消去アルゴリズムの収束特性を改善する任意の他の変換を計算することによって、当初は時間領域のスピーカ信号 $x(t)$ を周波数領域に変換する。また、マイクロホン信号 $y(t)$ 403は線形変換モジュール405に入力され、線形変換モジュール405は、例えば、FFT若しくはMCLT、フィルタバンク又は音響エコー消去アルゴリズムの収束特性を改善する任意の他の変換を計算することによって、当初は時間領域のマイクロホン信号 $y(t)$ を周波数領域に変換する。そして、周波数領域に変換されたスピーカ信号及びマイクロホン信号は、適応フィルタ406に入力される。これらの $M \times K$ （個の）適応フィルタ406は、場合により異なるパラメータを有する異なる適応技術を用いており、結果として生じた信号に対応する $M \times K$ を出力する。ここで、 M は処理されたサブバンドの数であり、 K はサブバンドあたりの異なる適応技術の数である。異なる適応技術の数は各サブバンドに関して変わってもよいことに注意すべきである。各周波数サブバンド m に対して、これらの K 出力の線形結合は線形（又は非線型）結合モジュール408内で計算される。これは、多くの可能な手法においてなされる。例えば、線形結合を、

20

【0026】

【数1】

$$\xi(m) = \sum_{k=1}^K \alpha_k(m) \xi_k(m) \quad (1)$$

30

【0027】

を用いて実行することができる。ここで、 $\xi_k(m)$ は周波数区分 m での k 番目の音響エコー消去（AEC）フィルタの出力であり、 $\alpha_k(m)$ はそのフィルタの対応する利得である。通常、すべての k に対する利得の合計は1になる。サンプル線形結合は、 α_k がエコー残差のエネルギーに逆比例している場合であり、それらの合計が1になるような場合であり、すなわち、

【0028】

【数2】

$$\alpha_k(m) = \frac{R_k(m)}{\sum_{k=1}^K R_k(m)}, \quad (2)$$

40

【0029】

となる。ここで、 $R_k(m)$ はAECフィルタ k に対するバンド m 内の期待された（平均された）エネルギーの逆数、すなわち、

【0030】

【数3】

$$R_k(m) = 1/E\{\xi_k(m)\}$$

50

【 0 0 3 1 】

であり、

【 0 0 3 2 】

【 数 4 】

$E\{\xi_k(m)\}$

【 0 0 3 3 】

は期待値を意味する。一旦、K出力の線形結合が各周波数帯に対して計算されると、周波数領域出力を逆変換モジュール410内で時間領域に変換することもでき、処理された最終的な近端音声信号412が生成される。

10

【 0 0 3 4 】

2.3 二重構造適応音響エコー消去

以下のセクションでは、一方が高速適応法を採用し且つもう一方が平滑適応法を採用している二重構造の適応音響エコー消去技術について説明する。

【 0 0 3 5 】

2.3.1 高速及び平滑適応法

音響エコー消去適応法をおおよそ2段階に分割できる。大きく且つ急速な変化が、(マイクロホン若しくはスピーカの近くで移動する人物等の)主要な音響変化に適応しなければならず、より小さい変化が、(マイクロホン又は移動量の少ない話者から離れた位置にいる人物等の)摂動又はエコー経路の変化に適応しなければならない。音響エコー除去器がある場所若しくは他のスペース内で最初に操作されるか、又は新たな位置に移行される時、音響エコー除去器は、その環境の新しい音響に適応する必要がある。音響エコー除去器は、それが受信状態にあるのかを判定し且つその状態の間迅速に適応することによって、音響変化レベルに高速に且つ不敏感に近づくべきである。これは高速適応と呼ばれる。より小さい摂動又はエコーパス変化に対しては、音響エコー除去器は平滑に且つ正確にこれらの変化に適応するべきである。誤調整を最小にするためである。これは平滑適応(適応平滑化処理)と呼ばれる。

20

【 0 0 3 6 】

2.3.2 二重構造適応音響エコー消去アーキテクチャ

図5に示した本発明の適応音響エコー消去システムの別の実施形態では、二重構造の音響エコー消去アーキテクチャ500が採用されており、一部が高速適応法502を実行するが、アーキテクチャの別の部分504は平滑適応法(適応平滑化処理)を実行している。いかなる場合も、収束検出器506は、2つの部分502、504のどれが使用されるべきであるかを判定するのに使用される。ある場合では、正規化最小平均二乗(NLMS)アルゴリズムが高速適応法に使用され、モーメント正規化最小平均二乗(MNLMS)アルゴリズムは平滑適応法に使用される。また、このアーキテクチャの一実施形態は、音響エコー消去のスピード及び精度を最適化するために低周波数帯とは異なる高周波帯を処理する。NLMS及びMNLMSアルゴリズムの詳細、並びに高周波数帯及び低周波数帯処理に対するいくつかの例が、以下のセクションに説明されている。

30

【 0 0 3 7 】

2.3.2.1 標準NLMSフィルタリング

NLMSアルゴリズムは音響エコー消去において最も広く使用されたアルゴリズムであり、最適な適応フィルタ係数を測定する低コスト手法を提供する。そのアルゴリズムは各適応ステップにおいて(例えば、各標本入力時において)残余エコー誤差信号の平均二乗を最小にする。したがって、特定目的達成処理手順(アルゴリズム)と呼ばれる。信号出力による正規化は、適応フィルタ係数を更新するのに使用される勾配の推定値を改良するのに使用される。未処理のマイクロホン信号からの誤差信号及び既存の適応フィルタによって消去されたエコーに依存して、NLMSは適応フィルタ係数を更新する。高雑音環境においては、この誤差は、適応フィルタ係数を最適解から遠ざける非相関ノイズによって増大される。

40

50

【 0 0 3 8 】

図 6 に示されている高速適応音響エコー消去出力 6 0 4 を計算する際に適応フィルタ係数の更新を実行する正則化を伴う N L M S アルゴリズムの例は、以下のように計算されてもよい。

【 0 0 3 9 】

音声データの各フレーム $n = 1, 2, \dots$ 、及び周波数帯の各サブバンド $m = 1, \dots, M$ 、に対して、

【 0 0 4 0 】

【 数 5 】

$$\xi(m) = y(n, m) - \hat{w}^H(n, m)x(n, m) \quad (3)$$

10

【 0 0 4 1 】

【 数 6 】

$$\hat{w}^H(n+1, m) = \hat{w}^H(n, m) + \frac{\mu}{P_{Est}(n, m) + \beta_{NLMS}} x(n, m)\xi^*(m) \quad (4)$$

【 0 0 4 2 】

を計算する。ここで、 $\xi(m)$ はマイクロホン信号と $y(n, m)$ と推定されたエコーとの間の誤差信号であり、

20

【 0 0 4 3 】

【 数 7 】

ξ^*

【 0 0 4 4 】

は誤差信号の共役であり、

【 0 0 4 5 】

【 数 8 】

$$\hat{w}^H(n, m) = [\hat{w}^*(n, m, 0) \quad \hat{w}^*(n, m, 1) \quad \dots \quad \hat{w}^*(n, m, L-1)] \quad (5)$$

30

【 0 0 4 6 】

は、変換範囲における推定されたエコーフィルタ係数のエルミート置換であり、 L が推定されたエコーフィルタのタップ数である。

【 0 0 4 7 】

【 数 9 】

$$x(n, m) = [x(n, m) \quad x(n-1, m) \quad \dots \quad x(n-L+1, m)]^T \quad (6)$$

【 0 0 4 8 】

は最新の L スピーカ標本の列ベクトルであり、 μ がステップサイズであり、 β_{NLMS} が正規化因子であり、 $P_{Est}(n, m)$ が m 番目のバンドにおける出力の推定値である。例えば、 $P_{Est}(n, m)$ を、以下のように見出すことができる。

40

【 0 0 4 9 】

【 数 1 0 】

$$P_{Est}(n, m) = (1 - \alpha)P_{Est}(n, m) + \alpha \|x(n, m)\|^2 \quad (7)$$

【 0 0 5 0 】

ここで、 $\|x(n, m)\|^2$ は複素スピーカ信号 $x(n, m)$ の強度の二乗であり、 α は平均パラメータである。

【 0 0 5 1 】

50

ある数を第2の数で割るとき、正則化は少量のノイズを分母に加える処理であり、分母が決してゼロにならず且つ分数が決して無限にならないように保証される。式(4)において、 β_{NLMS} は、分母が決してゼロにならないのを確実にする正則化因子である。分数を正則化する別の方法は、分母が閾値未満である場合に、分母を何らかの閾値に設定することである。

【0052】

2.3.2.2 モーメンタムNLMSフィルタリング

モーメンタム正規化最小二乗平均(MNLMS)アルゴリズムは、適応フィルタタップ更新に対する非相関ノイズの悪影響を抑えるために適応プロセスを制限する。ノイズは通常不規則であるが、タップの位置はかなり長い期間に比較的定常的であり得るので、MNLMS音響エコー消去は、近端ノイズによる誤差信号の短期間の揺らぎよりも、長い期間のタップ更新トラジェクトリに重点を置いている。

10

【0053】

式(5)-(7)の定義を使用して、図5に示された平滑適応フィルタリングのために適応フィルタ係数を実行する正則化を伴うMNLMSアルゴリズムの一例を以下のように説明できる。

【0054】

音声データの各フレーム、 $n = 1, 2, \dots$ 、及び各サブバンド $m = 1, \dots, M$ に対して

【0055】

【数11】

$$\xi(m) = y(n, m) - \hat{w}^H(n, m)x(n, m) \quad (8)$$

20

【0056】

【数12】

$$\hat{w}^H(n+1, m) = \hat{w}^H(n, m) + \frac{\mu}{P_{Est}(n, m) + \beta_{NLMS}} x(n, m) \xi^*(m) + \alpha [\hat{w}(n, m) - \hat{w}(n-1, m)] \quad (9)$$

【0057】

を計算する。更新された重みベクトルを取得するために2つの先の重みベクトルがアルゴリズムの各反復において結合されるという点で、MNLMSアルゴリズムは二次の適応アルゴリズムに対応している。式(9)の末項である

30

【0058】

【数13】

$$\alpha [\hat{w}(n, m) - \hat{w}(n-1, m)]$$

【0059】

は、式(4)と式(9)との差異を表していることが分かる。この項はモーメンタム項として知られている。 α が正であるならば、収束速度が増大され且つ誤調整誤差も増大される。 α の正值によって、MNLMS方法を高速適応AEC方法に使用することができるであろう。平滑適応AEC方法に対しては、誤調整エラーと収束時間の両方を低減する α は負である。 α の負の値により、独立した近端ノイズと結果として生ずる誤差 $\xi(m)$ の効果・影響は式(9)のタップ更新において低減される。それは先の反復の重み増加分の分数を差し引き、その結果、適応処理の運動量が低減される。正規化項は $P_{Est}(n, m) + \beta_{NLMS}$ である。

40

【0060】

2.3.3 二重構造適応エコー消去方法の変形例

図5に示された二重構造の適応エコー消去の実施形態を、低周波数帯と高周波数帯とを別々に処理し、且つ収束するように試みる際に異なるステップサイズを採用するように、変更することができる。

50

【 0 0 6 1 】

図 6、図 7 及び図 8 は、図 5 に示された二重構造の高速 / 平滑適応音響エコー消去の実施形態を使用して処理を行う際の可能な例を示すフローチャート図である。点線は処理の可能な例を示している。これらのフローチャート図では、再生信号とマイクロホン信号が周波数領域に変換されていると仮定される。

【 0 0 6 2 】

図 6 には、図 5 のアーキテクチャを使用する 1 つの可能な処理を示すフローチャート図が示されている。この実施形態では、再生信号と対応するマイクロホン信号とは周波数領域で入力される。再生信号と対応マイクロホン信号は処理アクション 6 0 2 に示されているように高周波数帯及び低周波数帯に分割される。例えば、周波数領域を 2 8 0 の周波数帯に分けることができ、帯域 3 - 8 2 は低周波数帯であり、帯域 8 3 - 2 8 2 は高周波数帯とする。この実施形態では、帯域 1 及び 2 は、低周波数雑音を除去するためにゼロに設定される。高周波数帯及び低周波数帯に対して、望ましくは、処理アクション 6 0 4 に示されているように N L M S アルゴリズムを使用して、高速適応音響エコー消去出力が計算される。この実施形態では、高周波数帯に対する高速適応音響エコー消去の出力及び低周波数帯に対する高速適応音響エコー消去の出力が選択されて（処理アクション 6 0 6、6 0 8）、結合され、周波数領域における最終音響エコー消去出力が生成される（処理アクション 6 1 0）。尚、逆周波数領域変換を使用することで最終音響エコー消去出力を時間領域に変換できる。この実施形態では、望ましくは、高周波数帯と低周波数帯との両方が N L M S 適応アルゴリズムで処理される。

【 0 0 6 3 】

しかしながら、初期のアクションが図 6 と同一である図 7 に示した別の実施形態では、高周波数帯と低周波数帯の両方に対して、望ましくは処理アクション 7 0 2、7 0 4 に示されているように N L M S アルゴリズムを使用して、高速適応音響エコー消去出力が計算される。この実施形態では、周波数領域における最終音響エコー消去を生成する際に（処理アクション 7 1 0）、高速適応音響エコー消去の出力が高周波数帯に対して選択される（処理アクション 7 0 8）。低周波数帯に対しては、望ましくは M N L N S アルゴリズムを使用して、平滑適応音響エコー消去出力が計算され（処理アクション 7 1 2）、周波数領域における最終音響エコー消去出力を生成する際に（処理アクション 7 1 0）、低周波数帯に対して選択される（処理アクション 7 1 4）。この実施形態は、エコーが認識しにくい高周波数帯に対して適応アルゴリズムを高速に収束させるが、誤調整がより聞き取り易い低周波数帯においてよりスムーズに適応アルゴリズムを収束させるという点で有利である。

【 0 0 6 4 】

図 8 に示したさらに別の実施形態では、再生 / スピーカ信号と対応するマイクロホン信号（キャプチャデータ）とが入力され、且つ高帯域及び低帯域に分けられる（処理アクション 8 0 2）。望ましくは、N L M S アルゴリズムを使用して（処理アクション 8 0 4）、高速適応音響エコー消去出力が高帯域に対して計算され、選択され、周波数領域における最終音響エコー消去が生成される（処理アクション 8 0 8、8 1 0）。高速適応音響エコー消去出力が低帯域に対して計算され（処理アクション 8 0 4）、望ましくは、M N L M S アルゴリズムを使用して（処理アクション 8 1 2）、平滑適応音響エコー消去出力が低帯域に対して計算される。平滑音響エコー消去アルゴリズムの各サブバンドに関する平均相互相関収束検出統計値が計算され（処理アクション 8 1 6）、低周波数帯の平滑又は高速適応出力のいずれが最終音響エコー消去周波数領域出力を生成するのに選択されるべきかを判定するために計数される。平滑音響エコー消去が収束したならば、処理アクション 8 1 8、8 1 4 及び 8 1 0 に示されているように最終出力フレームの低帯域が平滑音響エコー消去の出力と共に読み込まれる。平滑音響エコー消去が収束していないならば、処理アクション 8 1 8、8 0 6 と 8 1 0 に示されているように、高速音響エコー消去の低帯域は最終処理されたフレーム内に読み込まれる。この実施形態は、適応アルゴリズムの収束を最適化しながら、誤調整が聞こえ易い低周波数帯に対して高速適応と平滑適応との間

10

20

30

40

50

で選択を行うという点において有利である。

【 0 0 6 5 】

別の実施形態では、再生データとキャプチャデータは高帯域及び低帯域に分割されない。高速及び平滑適応音響エコー消去出力間ですべての帯域を切り換えることができる。図9に示したこの実施形態では、共に周波数領域内にある再生信号と対応するキャプチャ信号とが入力される。望ましくはNLMSアルゴリズムを使用して(処理アクション904)、高速適応音響エコー消去出力が計算され、望ましくはMNLSアルゴリズムを使用して(処理アクション906)、平滑適応音響エコー消去出力が計算される。平滑適応音響エコー消去アルゴリズムの各サブバンドに対して平均相互相関収束検出統計値が計算され、平滑又は高速適応出力のいずれが最終音響エコー消去周波数領域出力を生成するのに選択されるべきかを判定するために計数される(処理アクション908)。平滑音響エコー消去が収束したならば、処理アクション908、912と914に示されているように最終出力フレームが平滑適応音響エコー消去の出力と共に読み込まれる。平滑音響エコー消去が収束していないならば、処理アクション908、910と914に示されているように高速音響エコー消去出力は最終処理されたフレーム内に読み込まれる。

10

【 0 0 6 6 】

上記において説明した実施形態では、システム全体の収束速度をさらに増大させるために、高速音響エコー消去プランチ(例えば、0.35から0.2)のステップサイズ μ を切り換えることが可能である。

【 0 0 6 7 】

二重構造アーキテクチャの重要な要素は、音響エコー消去アルゴリズムの収束条件に応じて、高速及び平滑適応を切り換えることができることである。これを達成するために、適応アルゴリズムの直交性特性を使用できる。エコー消去部が収束したとき、音響エコー消去出力信号はスピーカ信号に対して直交しているはずである。さらに、時間領域において収束検出装置を操作する代わりに、収束検出装置はサブバンド範囲で操作される。次に、これについて説明する。フレーム n の低周波数ストリームの音響エコー消去出力 $E_1(n, m)$ と周波数区分 m に対するフレーム $n-i$ ($i=0\dots L-1$)の $X(n-i, m)$ でのスピーカ信号との間の相互相関は、

20

【 0 0 6 8 】

【数14】

$$\rho^i(n, m) = \frac{P_{XE_1}^i(n, m)}{P_X^i(n, m)P_{E_1}(n, m)} \quad (10)$$

30

【 0 0 6 9 】

により定義される。ここで、 L は回帰モデル次数を示している。また、音響エコー消去出力の出力スペクトル密度の推定値である $P_{E_1}(n, m)$ 、スピーカ信号の出力スペクトル密度の推定値である

【 0 0 7 0 】

【数15】

$$P_X^i(n, m)$$

40

【 0 0 7 1 】

、及び音響エコー消去出力とスピーカ信号との間の相互出力スペクトル密度である

【 0 0 7 2 】

【数16】

$$P_{XE_1}^i(n, m)$$

【 0 0 7 3 】

は、以下の指数重み再帰アルゴリズムを使用することで更新される。

【 0 0 7 4 】

50

【数 17】

$$P_{E_1}^2(n, m) = \lambda P_{E_1}^2(n-1, m) + (1-\lambda) |E_1(n, m)|^2 \quad (11)$$

【0075】

【数 18】

$$|P_X^i(n, m)|^2 = \lambda |P_X^i(n-1, m)|^2 + (1-\lambda) |X(n-i, m)|^2 \quad (12)$$

【0076】

【数 19】

$$P_{XE_1}^i(n, m) = \lambda P_{XE_1}^i(n-1, m) + (1-\lambda) \cdot X(n-i, m) E_1^H(n, m) \quad (13) \quad 10$$

【0077】

ここで、 λ は指数重み係数である。一実施形態では、ゆっくり時間的に変化する信号にあっては、 λ は $0.95 < \lambda < 1$ である。式(10)を使用すると、平均相互相関(ACC)、すなわち平滑適応収束統計値は、

【0078】

【数 20】

$$\bar{\rho}(n, m) = \frac{1}{L} \sum_{i=0}^{L-1} |P_X^i(n, m)|. \quad (14)$$

【0079】

として定義される。

20

【0080】

信頼性のある収束決定のために、1つの例示的实施形態では、ACC、すなわち平滑適応収束統計値は、音声信号が支配的である周波数区分 13 - 82 (325 Hz - 2.05 KHz) に対してのみ計算される。各フレームで、

【0081】

【数 21】

$$\bar{\rho}(n, m)$$

は閾値 ρ_{Th} と比較される。不等式

30

【0082】

【数 22】

$$\bar{\rho}(n, m) \leq \rho_{Th}$$

【0083】

が、考慮された全周波数区分の半数以上において満足されるならば、平滑音響エコー除去部が収束したと宣言される。そうでなければ、平滑音響エコー除去部が収束していないか、又はエコー経路が変化したと宣言される。通常、収束閾値は、定常状態の場合よりわずかに大きな値に設定されている。

【0084】

40

平滑適応収束統計値を計算する処理の詳細が図10に示されている。概して、平滑適応収束統計値の計算は、スピーカ信号を平滑適応音響エコー消去出力に相互相関させることを含む。より具体的には、一実施形態では、音響エコー消去出力の第1の周波数帯とスピーカ信号スペクトル係数が抽出される(処理アクション1002)。音響エコー消去出力に関する出力スペクトル密度の推定値は第1の周波数帯に対して計算される(処理アクション1004)。これは式(11)を使用して実行される。また、スピーカ信号に関する出力スペクトル密度の推定値は第1の周波数帯に対して計算され(処理アクション1006)、これは式(12)を使用して計算できる。そして、音響エコー消去出力とスピーカ信号との間の相互出力スペクトル密度は第1の周波数帯に対して計算され、これは処理アクション1008に示されているように式(13)を使用して計算できる。音響エコー消

50

去出力と現在のフレームのスピーカ信号との間の相互相関係数は第1の周波数帯に対して計算され、これは、処理アクション1010に示されているように上記の式(10)を使用することで計算できる。現在のフレームと過去のフレームにわたる相互相関係数は平均され、望ましくは式(14)を使用して、処理アクション1012に示されているように、平均相互相関係数又は第1の周波数帯の平滑適応収束統計値が生成される。処理すべき更なる周波数帯があるかどうかを検査する(処理アクション1014)。処理すべき更なる帯域があるならば、音響エコー消去出力とスピーカ信号スペクトル係数が得られ1018、残りの周波数帯に対して処理が続行される。一実施形態では、全周波数帯が処理されると、各帯域の平滑適応収束統計値(平均相互相関係数)は処理アクション1020に示されているように閾値と比較される。この実施形態では、平滑適応収束統計値が考慮された全周波数帯域の半数以上に対して閾値以下であるならば、平滑音響エコー除去部が収束したと宣言される(処理アクション1022)。そうでなければ、平滑音響エコー除去器が収束していないと宣言される(処理アクション1024)。

10

【0085】

尚、前述の実施形態のいずれか又はすべてを任意に組合せることにより、別の複合型実施形態を形成することができる。本発明の内容は上記において構造的特徴及び/又は方法的アクション(動作・ステップ・工程)に関する言葉で説明されているが、添付した特許請求の範囲において定義された本発明の内容は、上記において説明した特徴又は操作・動作に必ずしも制限されないということを理解すべきである。上述した特徴と操作・動作は特許請求の範囲の発明を実施する例として開示されているに過ぎない。

20

【図面の簡単な説明】

【0086】

【図1】本発明の適応音響エコー消去方法を実行する例示的なシステムを構成する汎用コンピュータデバイスを表す図である。

【図2】一般的なハイレベルシステム音響エコー消去問題を定義する図である。

【図3】本発明の適応音響エコー消去方法の実施形態のハイレベルフローチャート図である。

【図4】図3に示されていた適応音響エコー消去処理を実行できる例示的なシステムを示す図である。

【図5】アーキテクチャの1部分が高速適応法を実行し、アーキテクチャの他の部分が平滑適応法を実行する二重構造の音響エコー消去アーキテクチャを示す図である。

30

【図6】図5に示された二重構造の音響エコー消去アーキテクチャを採用することができる処理を示す例示的なフローチャート図である。

【図7】図5に示された二重構造の音響エコー消去アーキテクチャを採用する別の実施形態を示す別の例示的なフローチャート図である。

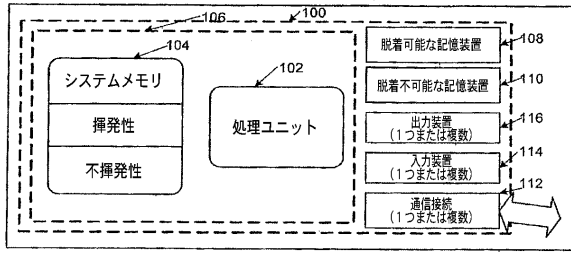
【図8】図5に示された二重構造の音響エコー消去アーキテクチャを採用する別の実施形態を示す別の例示的なフローチャート図である。

【図9】キャプチャデータと再生データが高周波数帯及び低周波数帯に分割されていない適応エコー消去方法の別の実施形態を示す例示的なフローチャート図である。

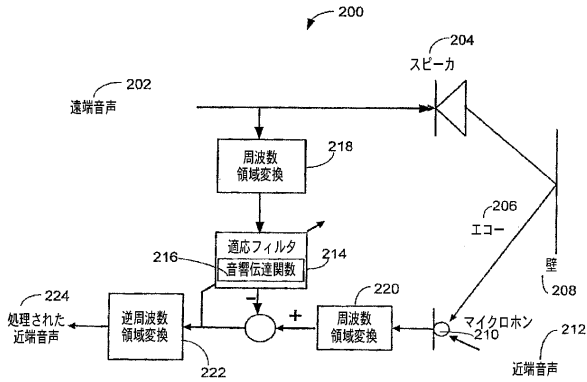
【図10】二重構造の音響アーキテクチャにおける使用のための収束統計値を計算する例示的なフローチャート図である。

40

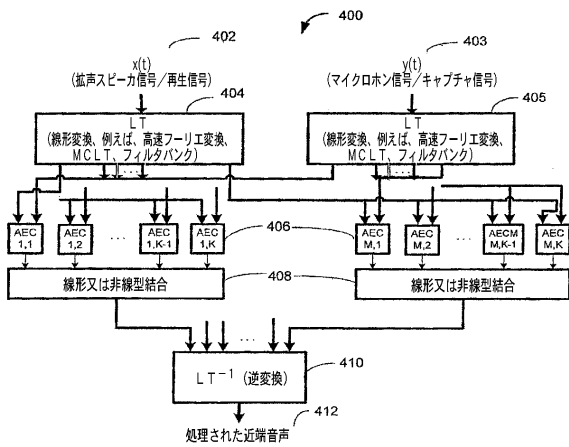
【図1】



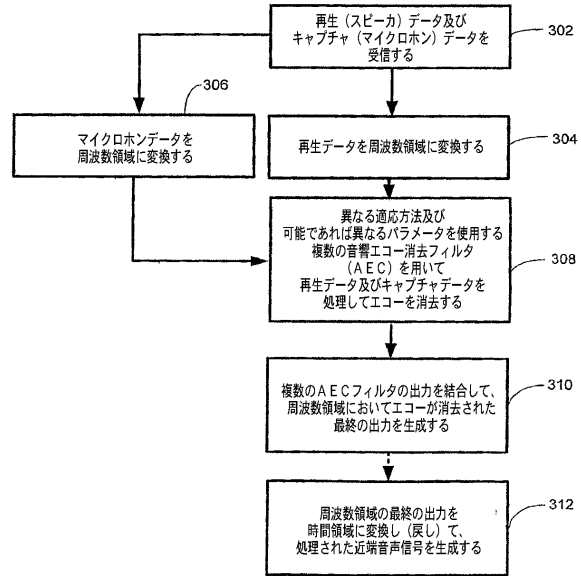
【図2】



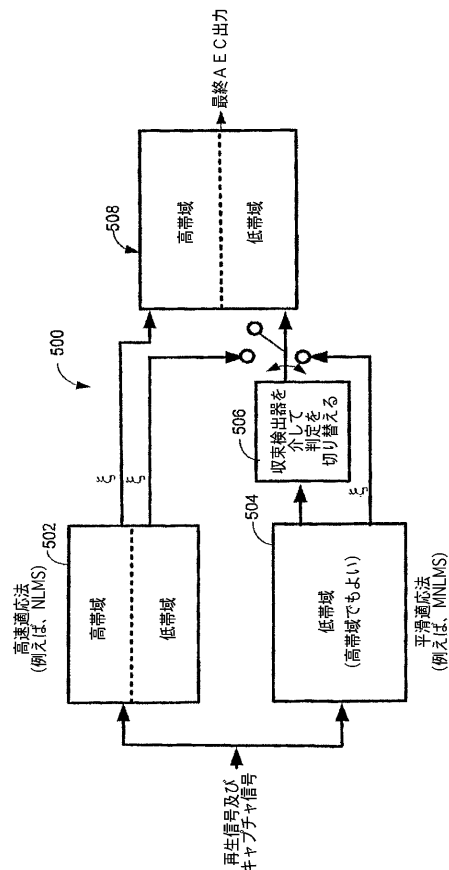
【図4】



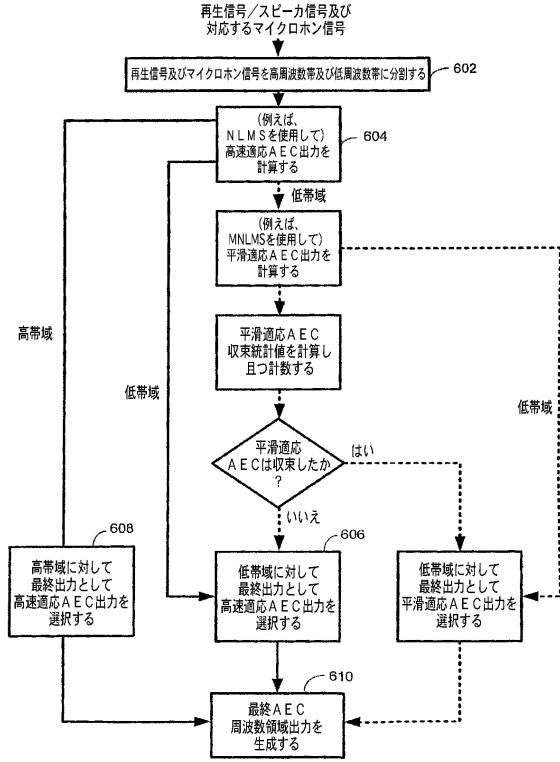
【図3】



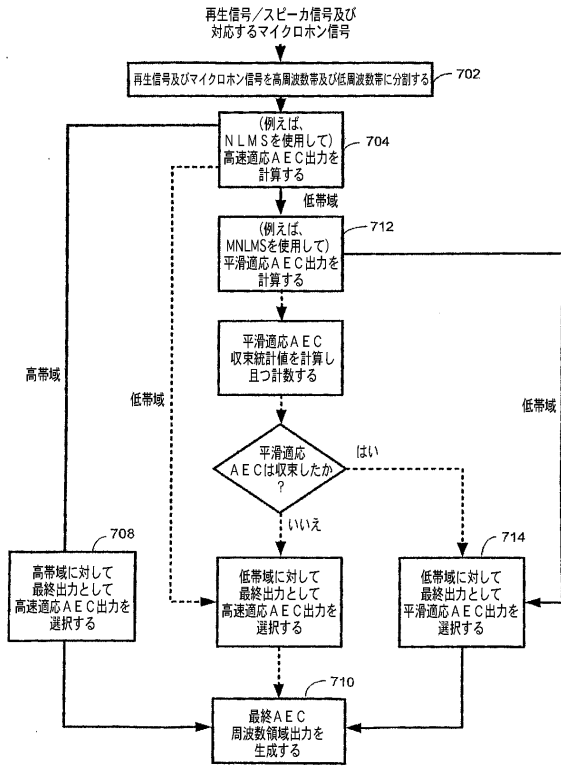
【図5】



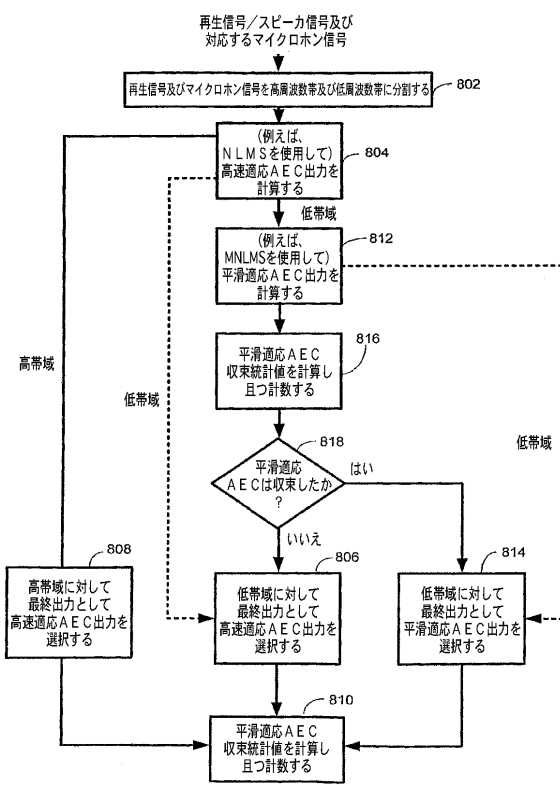
【図6】



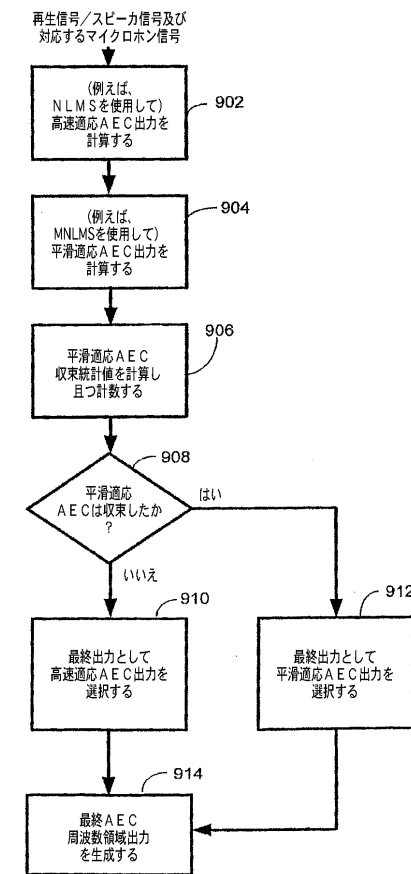
【図7】



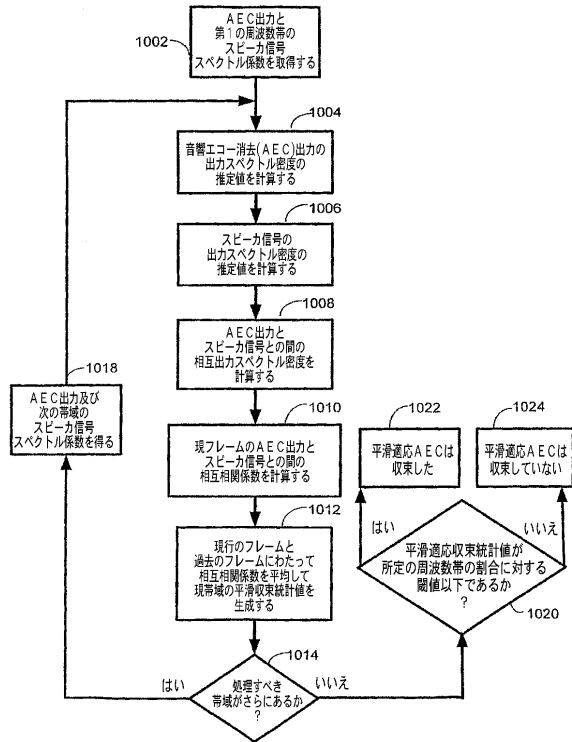
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

- (72)発明者 ジネイ エー・フロレンシオ
アメリカ合衆国 98052 ワシントン州 レッドモンド ワン マイクロソフト ウェイ マ
イクロソフト コーポレーション インターナショナル パテント内
- (72)発明者 アミット シン チェトリ
アメリカ合衆国 98052 ワシントン州 レッドモンド ワン マイクロソフト ウェイ マ
イクロソフト コーポレーション インターナショナル パテント内

審査官 木下 直哉

- (56)参考文献 特開2000-165301(JP,A)
特開2000-165300(JP,A)
特開2005-124027(JP,A)
特開平09-148965(JP,A)
特開昭64-029094(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04B 3/20- 3/23
H04M 1/60
H04R 3/02