

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4814329号
(P4814329)

(45) 発行日 平成23年11月16日(2011.11.16)

(24) 登録日 平成23年9月2日(2011.9.2)

(51) Int.Cl.		F I	
HO4B 3/23	(2006.01)	HO4B 3/23	
HO4M 1/00	(2006.01)	HO4M 1/00	H
HO4M 1/60	(2006.01)	HO4M 1/60	C

請求項の数 12 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2008-536193 (P2008-536193)	(73) 特許権者	590000248
(86) (22) 出願日	平成18年10月19日(2006.10.19)		コーニンクレッカ フィリップス エレク
(65) 公表番号	特表2009-513054 (P2009-513054A)		トロニクス エヌ ヴィ
(43) 公表日	平成21年3月26日(2009.3.26)		オランダ国 5621 ベーアー アイン
(86) 国際出願番号	PCT/IB2006/053856		ドーフエン フルーネヴァウツウェッハ
(87) 国際公開番号	W02007/046070		1
(87) 国際公開日	平成19年4月26日(2007.4.26)	(74) 代理人	100070150
審査請求日	平成21年10月16日(2009.10.16)		弁理士 伊東 忠彦
(31) 優先権主張番号	05109829.1	(74) 代理人	100091214
(32) 優先日	平成17年10月21日(2005.10.21)		弁理士 大貫 進介
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)	(74) 代理人	100107766
			弁理士 伊東 忠重

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 音響エコーキャンセラ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

遠端信号に応じてマイクロホン信号中のエコーをキャンセルする音響エコーキャンセル装置であって、

エコーキャンセル信号を発生するように前記遠端信号をフィルタするように構成された適応フィルタ部と、

まだエコー成分を含んでいる残差信号を発生するように前記エコーキャンセル信号を前記マイクロホン信号と結合するように構成された結合部と、

前記残差信号を受け取り、前記残差信号から前記エコー成分を実質的に除去するように構成された後処理部とを有し、

前記装置はさらに、

前記マイクロホン信号に含まれる近端信号のピッチを推定し、推定ピッチのハーモニクスを実質的に保存するように前記推定ピッチに応じて前記後処理部を制御するように構成された近端ピッチ推定部を有し、

前記近端ピッチ推定部は、

前記近端信号のピッチを近似するように前記残差信号のピッチを推定するように構成された残差ピッチ推定部と、

前記エコーキャンセル信号のピッチを推定するように構成されたエコーピッチ推定部と、

前記残差信号の推定ピッチと前記エコーキャンセル信号の推定ピッチとの両方に応じて

前記後処理部に減衰制御信号を供給するように構成された制御部と、を有する装置。

【請求項 2】

前記制御部は、前記残差信号の推定ピッチと前記エコーキャンセル信号の推定ピッチとを比較して、前記残差信号の推定ピッチと前記エコーキャンセル信号の推定ピッチが異なる場合にのみ、前記残差信号の推定ピッチのハーモニクスが実質的に保存されるように前記後処理部を制御するように構成された、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 3】

前記近端ピッチ推定部は、前記残差信号を前記残差ピッチ推定部に供給する前に前記残差信号をフィルタするように構成されたコムフィルタ部をさらに有する、請求項 1 に記載の装置。

10

【請求項 4】

前記コムフィルタ部は前記エコーピッチ推定部により制御される、請求項 3 に記載の装置。

【請求項 5】

前記近端信号が有声か無声か検出する有声・無声検出部をさらに有する、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 6】

前記後処理部は前記マイクロホン信号を付加的に利用するように構成された、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 7】

前記結合部に前記マイクロホン信号を供給する前に前記マイクロホン信号をバンドパスフィルタするバンドパスフィルタ部をさらに有する、請求項 1 に記載の装置。

20

【請求項 8】

請求項 1 に記載の音響エコーキャンセル装置を有する、音声処理システム。

【請求項 9】

請求項 1 に記載の音響エコーキャンセル装置を有する、ポータブルコンシューマ装置。

【請求項 10】

遠端信号に応じてマイクロホン信号中のエコーをキャンセルする方法であって、エコーキャンセル信号を発生するように前記遠端信号をフィルタする段階と、まだエコー成分を含んでいる残差信号を発生するように前記エコーキャンセル信号を前記マイクロホン信号と結合する段階と、

30

前記信号から前記エコー成分を実質的に除去するように前記残差信号を後処理する段階とを有し、

前記方法は、

前記マイクロホン信号に含まれる近端信号のピッチを推定する段階と、

推定ピッチのハーモニクスが実質的に保存されるように前記推定ピッチに応じて前記後処理する段階を制御する段階とをさらに有し、

前記制御する段階は、

前記近端信号のピッチを近似するために前記残差信号のピッチを推定する副段階と、

前記エコーキャンセル信号のピッチを推定する副段階とを有し、

40

前記制御する段階は、前記残差信号の推定ピッチと前記エコーキャンセル信号の推定ピッチとの両方に応じて制御するように構成されている、方法。

【請求項 11】

前記近端信号が有声か無声か検出する段階をさらに有する、請求項 10 に記載の方法。

【請求項 12】

コンピュータに、請求項 10 に記載のエコーキャンセル方法を実行させる、コンピュータプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

50

本発明は、音響エコーキャンセラ (acoustic echo canceller) に関する。より具体的には、本発明は遠端信号 (far-end signal) に応答してマイクロホン信号のエコーをキャンセルする音響エコーキャンセル装置に関する。該装置は、エコーキャンセル信号を発生するように前記遠端信号をフィルタリングする適応フィルタ部と、残差信号 (residual signal) を発生するように前記エコーキャンセル信号を前記マイクロホン信号と結合する結合部と、前記残差信号から残留エコー (remaining echoes) を実質的に除去する後処理部とを有する。

【背景技術】

【0002】

エコーキャンセル装置は周知である。(ハンズフリー)電話のように、スピーカとマイクロホンを近くに配置して同時に使用すると、遠端信号の一部がエコーとしてマイクロホン信号に現れる。一般的なエコーキャンセル装置は、遠端信号を発生するスピーカと、エコー及び遠端信号を受信するマイクロホンとの間の音響経路 (acoustic path) をモデル化する適応フィルタを含む。適応フィルタが発生するエコーキャンセル信号がマイクロホン信号中のエコーと等しいとき、エコーはキャンセルされて消え、遠端信号のみが残る。しかし、マイクロホン信号とエコーキャンセル信号とを結合した結果の残差信号は、一般的にはまだエコー成分を含んでいる。かかるエコー成分を除去するため、後処理部を使用して残差信号をさらに処理して、残留エコー成分を除去する。後処理部は、時間と周波数に依存する利得関数 (gain function) を提供し、大きな残留遠端エコー (residual far-end echo) がある周波数をその利得関数が選択的に減衰する。

【0003】

米国特許第6,546,099号(フィリップス)には、後処理部を含む音響エコーキャンセル装置が開示されている。この先行技術のエコーキャンセル装置は、さらに、エコーキャンセル信号の周波数スペクトルを決定するスペクトル推定器を含む。この後処理部は、エコーキャンセル信号の周波数スペクトルに依存するフィルタを含む。かかる後処理部を使用することにより、残差信号中の残留エコーの抑制が改善される。米国特許第6,546,099号の全内容は本明細書に援用する。

【0004】

米国特許第6,546,099号により知られている構成はほとんどの場合うまくいく。しかし、場合によって、遠端信号の全体を抑圧しなければ残留エコーが十分抑圧できないことがある。例えば、現在の携帯(セルラー)電話装置では、スピーカとマイクロホンが非常に近くに配置される。ハンズフリーモードで使用したとき、エコーは遠端信号よりも非常に大きいので、先行技術のエコーキャンセル装置では可聴の信号歪みが生じてしまう。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明の目的の1つは、先行技術のこうした問題を克服し、遠端エコーが近端信号よりも非常に大きいときでも、良好にエコーを抑制しつつ可聴な信号の歪みを引き起こさないエコーキャンセル装置及び方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

したがって、本発明は遠端信号に応答してマイクロホン信号中のエコーをキャンセルする音響エコーキャンセル装置を提供する。該装置は、エコーキャンセル信号を発生するように前記遠端信号をフィルタリングする適応フィルタ部と、残差信号 (residual signal) を発生するように前記エコーキャンセル信号を前記マイクロホン信号と結合する結合部と、前記残差信号から残留エコー (remaining echoes) を実質的に除去する後処理部とを有する。前記装置はさらに、前記マイクロホン信号に含まれる近端信号のピッチを推定し、推定ピッチのハーモニクスを実質的に保存するように前記推定ピッチに応じて前記後処理部を制御するように構成された近端ピッチ推定部を有する。

【 0 0 0 7 】

近端信号のピッチを推定できる近端ピッチ推定部と、推定されたピッチに応じて前記後処理部を制御できる制御部とを設けることにより、後処理部を近端信号のピッチに応じて動作させる。特に、制御部は、推定ピッチのハーモニクスを保存、または少なくとも実質的に保存する。すなわち、近端信号の推定ピッチに応じて、推定ピッチのハーモニクスが後処理部ユニットにより大幅には減衰されない。そのピッチのハーモニクスを保存することにより、後処理部による近端信号の不測の抑制が防止できる。

【 0 0 0 8 】

留意すべき点として、ピッチという用語はオーディオ信号（スピーチ信号等）の知覚周波数を指すことが多い。これは基本周波数とそのハーモニクスにより決定される。しかし、ピッチという用語は信号の基本周波数（fundamental frequency）（ f_0 ）のみを指す用語として使われる。後者の意味では、スピーチ信号のその他の周波数はほとんどはピッチのハーモニクス（ $n \times f_0$ 、 $n = 2, 3, 4, \dots$ ）であり、ピッチ（すなわち基本周波数）は「第1ハーモニクス」（ $n = 1$ ）と呼ばれることもある。場合によっては、この基本周波数の信号パワーが非常に小さく、実質的にはないが、その周波数はハーモニクスにより決定できる。本明細書においてあるピッチのハーモニクスの保存というとき、一般的にはピッチそのもの（第1ハーモニクス）も保存されることを意味する。

【 0 0 0 9 】

ここでは制御部は別のユニットとして説明したが、後処理部に組み込んでよい。すなわち、後処理部は、制御部のその他の機能だけでなく、ピッチに応じた制御機能を有する。

【 0 0 1 0 】

好ましい実施形態では、本発明の近端ピッチ推定部は、前記近端信号のピッチを近似するために前記残留信号のピッチを推定するように構成された残留ピッチ推定部と、推定ピッチのハーモニクスが実質的に保存されるように前記推定ピッチに応じて減衰制御信号を供給するように構成された制御部とを有する。

【 0 0 1 1 】

近端信号はマイクロホン信号に含まれており、マイクロホン信号はエコー信号も含んでいるので、近端信号は直接的には推定できない。近端信号ピッチの間接的な推定は、残差信号のピッチの推定により得られる。適応フィルタにより発生されたエコーキャンセル信号がエコー信号と等しいとき、結合部が発生する残差信号は近端信号と等しい。したがって、残差信号のピッチは近端信号のピッチのよい第1近似となる。

【 0 0 1 2 】

しかし、場合によっては、エコーが完全にキャンセルされてなく、残差信号が残差エコー成分を含み、残差信号が近端信号からずれてしまう。かかる場合には、残差信号に基づくピッチ推定は十分に正しくはなくなる。

【 0 0 1 3 】

したがって、本発明の装置の好ましい実施形態は、前記エコーキャンセル信号のピッチを推定するように構成されたエコーピッチ推定部をさらに有し、前記制御部は、前記残留信号の推定ピッチと前記エコーキャンセル信号の推定ピッチとの両方に応じて後処理部を制御するように構成される。エコーキャンセル信号のピッチを推定するエコーピッチ推定部を設け、エコー信号のピッチを間接的に推定することにより、近端信号ピッチをより正確に推定できる。

【 0 0 1 4 】

より好ましくは、前記制御部は、前記残差信号の推定ピッチと前記エコーキャンセル信号の推定ピッチとを比較して、前記推定ピッチが異なる場合にのみ、前記推定ピッチのハーモニクスが実質的に保存されるように前記後処理部を制御するように構成される。残差信号の推定ピッチとエコーキャンセル信号の推定ピッチが実質的に等しいとき、残差信号ピッチの推定は間違っ

10

20

30

40

50

【0015】

有利にも、前記近端ピッチ推定部は、前記残差信号を前記残差ピッチ推定部に供給する前に前記残差信号をフィルタするように構成されたコムフィルタ部を更に有する。

【0016】

前記コムフィルタ部は、好ましくは、前記エコーピッチ推定部により制御される。コムフィルタ部は、エコーのハーモニクス(harmonics)を減衰するために、残差信号 r のピッチを推定する前に、その残差信号 r をフィルタするように構成されている。

【0017】

本発明は、上記の装置を有する音声処理システムと、上記の装置を有するポータブルコンシューマ装置(携帯電話装置等)も提供する。

10

【0018】

本発明は、さらに、遠端信号に応じてマイクロホン信号中のエコーをキャンセルする方法を提供する。該方法は、エコーキャンセル信号を発生するように前記遠端信号をフィルタする段階と、残差信号を発生するように前記エコーキャンセル信号を前記マイクロホン信号と結合する段階と、前記信号から残留エコーを実質的に除去するために前記残留信号を後処理する段階とを有し、前記方法は、前記マイクロホン信号に含まれる近端信号のピッチを推定する段階と、推定ピッチのハーモニクスが実質的に保存されるように前記推定ピッチに応じて前記後処理する段階を制御する段階とをさらに有する。

【0019】

本発明の方法は、近端信号のピッチハーモニクスの不測の減衰を防止することにより、後処理された残留信号の音質を大幅に改善する。

20

【0020】

本発明の方法は、好ましくは、前記エコーキャンセル信号のピッチを推定する段階をさらに有し、前記制御する段階は、前記残差信号の推定ピッチと前記エコーキャンセル信号の推定ピッチとの両方に応じて制御するように構成される。

【0021】

また、本発明は上記の方法を実行するコンピュータプログラム製品も提供する。コンピュータプログラム製品は、CDやDVD等のデータ担体に記憶された一組のコンピュータ実行可能な命令を含む。その一組のコンピュータ実行可能な命令は、プログラマブルコンピュータに上記の方法を実行させるが、インターネット等を介して遠隔地のサーバからダウンロードすることもできる。

30

【0022】

添付した図面に示した実施形態例を参照して、本発明をさらに説明する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

図1に概略的に示した先行技術による音響エコーキャンセル装置1は、適応フィルタ(AF)部10と、フィルタ係数(FC)部11と、結合部12と、後処理部(PP)部13とを有する。装置1は、さらに、図を分かりやすくするために図1には示していないが、デジタル・アナログ(D/A)コンバータと、アナログ・デジタル(A/D)コンバータと、増幅器と、その他のコンポーネントとを有してもよい。

40

【0024】

遠端信号 x は、装置1の入力端子Aで受け取る。入力信号 x はスピーカ2に送られ、スピーカ2はこの信号を音声に変換する。この音声の一部は、音響エコー e としてマイクロホン3が受け取る。マイクロホン3は、音響近端音声(acoustic near-end sound) s も受け取り、エコー e と近端音声 s の組み合わせをマイクロホン信号 z に変換する。そのマイクロホン信号 z は結合部12に送られる。

【0025】

入力信号 x は、適応フィルタ部10と、これに付随するフィルタ係数(またはフィルタ更新)部11にも送られる。フィルタ係数部11は、残差信号 r も受け取り、信号 x と信号 r の間の相関が最小化されるように適応フィルタ部10の係数を設定する。

50

【 0 0 2 6 】

適応フィルタ部 1 0 は、入力信号 x をフィルタして、エコーキャンセル信号 y を発生する。このエコーキャンセル信号 y は、理想的にはマイクロホン信号 z のエコー成分に等しい。マイクロホン信号 z とエコーキャンセル信号 y は結合部 1 2 で結合される。この結合部 1 2 は、この例では加算器で構成されている。エコーキャンセル信号 y はマイナス符号で加算されるので、マイクロホン信号 z から減算され、残差信号 r を発生する。

【 0 0 2 7 】

残差信号 r は、理想的にはエコー成分を含まないが、実際にはエコー成分が少し残っている。このため、後処理部 1 3 を加え、残差信号 r をさらに処理して、処理済み残差信号 r_p を発生する。後処理部 1 3 は、エコーキャンセル信号 y も受け取り、さらに信号 y とは独立に残差信号 r を処理する。好適な処理はスペクトル減算 (spectral subtraction) である。これは、残差信号 r_p の周波数スペクトルの絶対値 $|R_p|$ を、例えば、 $|R_p| = |R| - \alpha \cdot |Y|$ で求める。ここで、 $|R|$ と $|Y|$ は、それぞれ信号 r と y の周波数スペクトルの絶対値であり、 α は過減算パラメータ (over-subtraction parameter) である。このタイプの後処理は上記の米国特許第 6, 5 4 6, 0 9 9 号に詳細に記載されている。後処理部 1 3 の処理済み残差信号 r_p は、装置 1 の出力端子 B に送られる。

【 0 0 2 8 】

場合によっては、図 1 に示した先行技術による装置 1 が発生する出力信号 r_p の音質は満足できるものではないことが分かった。例えば、(携帯または無線) 電話ハンドセットをハンズフリーモードで使用するとき、エコー e は近端音声 s より非常に大きく、特に、話者がハンドセットから比較的離れて話すときにそうである。結果として近端信号 (near-end signal) は装置 1 により大幅に抑制される。エコーキャンセル信号 y はマイクロホン信号 z とほとんど同じであり、近端信号の残余成分は後処理部により減衰される。その結果、出力信号 r_p が歪んでしまう。

【 0 0 2 9 】

本発明は、後処理部を近端信号とは独立に適切に制御することにより、この問題を解決するものである。

【 0 0 3 0 】

限定ではなく例として図 2 に示した本発明による音響エコーキャンセル装置 1 も、適応フィルタ (AF) 部 1 0 と、フィルタ係数 (FC) 部 1 1 と、結合部 1 2 と、後処理部 (PP) 部 1 3 とを有する。また、本発明の装置 1 は近端ピッチ推定部 1 8 を有する。この近端ピッチ推定部 1 8 は、近端信号 s のピッチを推定し、減衰制御信号 (またはそのセット) c を発生するように構成されている。

【 0 0 3 1 】

当業者には明らかなことだが、図を分かりやすくするために図 2 には示さなかったが、装置 1 はさらに、増幅器、デジタル・アナログ (D/A) コンバータ、アナログ・デジタル (A/D) コンバータ、1 つ以上のバンドパスフィルタ、その他のコンポーネントを有していてもよい。

【 0 0 3 2 】

図 2 に示した近端ピッチ推定部 1 8 は、結合部 1 2 の出力、及び適応フィルタ部 1 0 の出力に結合しており、それぞれ残差信号 r とエコーキャンセル信号 y を受け取る。図示した近端ピッチ推定部 1 8 は、残差信号 r が送られる残差ピッチ推定 (RPE) 部 1 5 と、エコーキャンセル信号 y を受け取るエコーピッチ推定 (EPE) 部 1 6 とを有する。これらのピッチ推定部 1 5、1 6 はそれぞれ信号のピッチ (基本周波数) を推定し、このピッチ情報をピッチベース制御 (PBC) 部 1 7 に入力する。このピッチベース制御部 1 7 は、図示した実施形態では近端ピッチ推定部 1 8 の一部である。ピッチベース制御 (PBC) 部 1 7 は、ピッチ情報を比較して、対応する減衰制御信号 c を出力する。この減衰制御信号 c は、後処理部 1 3 に送られる。

【 0 0 3 3 】

10

20

30

40

50

後処理部 13 は、時間と周波数に依存する減衰により残差信号 r に残っているエコー成分を除去することを試みる。このため、後処理部は、時間と周波数に依存する利得関数 (gain function) を提供し、大きな残留遠端エコー (residual far-end echo) がある周波数をその利得関数が選択的に減衰させる。この利得関数、図 1 を参照して説明したように、スペクトル減算 (spectral subtraction) を用いて決定できる。残差信号 r_p の周波数スペクトルの絶対値 $|R_p|$ は、例えば、 $|R_p| = |R| - \alpha \cdot |Y|$ で求める。ここで、 $|R|$ と $|Y|$ は、それぞれ信号 r と y の周波数スペクトルの絶対値であり、 α は過減算パラメータ (over-subtraction parameter) である。他のスペクトル減算法では、スペクトルをそれぞれ α 値を有する構成部分に分離し、及び / またはマイクロホン信号 z のスペクトル Z を使用してもよい。このタイプの後処理 (post processing) は上記の米国特許第 6, 546, 099 号に詳細に記載されている。

10

【0034】

エコー e が近端音声 s よりも非常に大きいとき、エコー抑制信号 y の信号レベルは近端信号と比較して高い。結果として、後処理部は、出力信号 (処理された残差信号) r_p が歪むまで近端信号を減衰する。これを防止するため、図 2 に示した後処理部 13 は、減衰制御信号 c を受け取る別の入力を有している。この減衰制御信号 c により、一定時間、一定の周波数帯域が減衰を免除され、または少なくともこれらの周波数帯域における減衰が制限され、これらの周波数帯域にある近端信号の成分が保存される。これについては、図 4 を参照してこれをさらに説明する。

【0035】

20

留意すべき点として、周波数帯域の減衰は一様 (近端信号成分を含むすべての周波数帯域が後処理部で一様な減衰を受ける。典型的には減衰されない) でも、選択的 (すべての周波数帯域がそれぞれの減衰を受ける) でもよい。選択的減衰により、処理済みの残差信号の周波数整形 (frequency shaping) が可能であり、例えばこの信号に周波数とともに大きくなる減衰を課すことにより可能である。選択的減衰の情報をピッチベース制御部 17 で使用して、減衰制御信号 c を発生することができる。

【0036】

近端ピッチ推定部 18 は、近端信号のピッチを推定する。この信号は直接的には得られないので、間接的に推定するか近似しなければならない。第一近似は残差信号 r に基づく。残差信号 r は近端信号を含む。残差ピッチ推定 (RPE) 部 15 は、このピッチを推定し、この推定情報をピッチベース制御 (PBC) 部 17 に入力する。推定情報は減衰制御信号 c に変換される。

30

【0037】

理想的な状態では、近端信号は残差信号 r で推定できる。しかし、エコーが比較的大きいとき、残差信号は一般的にはまだエコー成分を含むので、近端ピッチの推定の信頼性が低くなる。また、残差ピッチ推定部 15 は、近端ピッチと (残差) エコーピッチを区別できない。このため、図 2 に示した近端ピッチ推定部 18 も、エコーキャンセル信号のピッチを推定するように構成されたエコーピッチ推定 (EPE) 部 16 を含む。別の実施形態 (図示せず) では、近端ピッチ推定部 18 はエコーピッチ推定 (EPE) 部 16 を含まず、減衰制御信号 c は残差信号 r のみのピッチに基づく。

40

【0038】

エコーピッチ推定 (EPE) 部 16 はエコーキャンセル信号 y のピッチを推定する。留意すべき点として、ピッチ推定方法は本技術分野では周知である。好適なピッチ推定方法は、J. D. Wise, J. R. Caprio 及び Th. W. Parks 著「最大尤度ピッチ推定」(IEEE Transactions on Acoustics, Speech and Signal Processing, Vol. ASSP-24, No. 5, October 1976) に記載されている。

【0039】

エコーキャンセル信号 y のピッチがエコーピッチ推定 (EPE) 部 16 により決定されると、ピッチベース制御部 17 は残差ピッチ推定部 15 とエコーピッチ推定部 16 により発生されたピッチ推定 (すなわち周波数) を比較する。推定されたピッチの値が異なると

50

き、残差信号ピッチ推定は正しいとみなされ、減衰制御信号 c を発生する。しかし、推定されたピッチの値が略等しいとき、残差信号ピッチ推定は正しくないといみなされ、後処理部の減衰は変更されない。効果的に、ピッチベース制御部 17 は、RPE15 が推定したピッチが近端信号のピッチであるかチェックする。

【0040】

留意すべき点として、ピッチ推定と減衰制御信号 c の決定とは、例えば時間フレームごと、またはミリ秒ごとに定期的に繰り返されてもよい。

【0041】

近端推定部 18 は、近端信号が有声音 (voiced speech) を含むか検出する有聲・無声検出部 (図示せず) をさらに含んでもよい。有聲・無声検出部は残差ピッチ推定部 15 と並列に接続され、結合部 12 の出力から残差信号 r を受け取り、有聲・無声信号をピッチベース制御部 17 に送り、有聲音信号があるときにのみ、検出したピッチとそのハーモニクスを保存する。有聲音信号のみが本明細書で言うところのピッチを有するので、無聲音信号の場合にピッチを保存しても歪みが生じてしまう。そのため、ピッチベース制御部 17 は、有聲・無声検出部が有聲音信号を検出した時にのみ、推定ピッチとそのハーモニクスの減衰を防止するように構成されてもよい。有聲・無声検出方法は本技術分野において周知である。

【0042】

図3の実施形態では、図示した近端推定部 18 は、結合部 12 と残差ピッチ推定 (RPE) 部 15 との間に配置されたコムフィルタ (CF) 部 14 を有する。コムフィルタ 14 は、エコーピッチ推定 (EPE) 部 15 から制御信号を受け取る。

【0043】

コムフィルタ部 14 は、エコーすなわち遠端信号 x のハーモニクス (harmonics) を減衰するために、残差信号 r のピッチを推定する前に、その残差信号 r をフィルタするように構成されている。コムフィルタ 14 の係数はエコーキャンセル信号 y の推定ピッチに依存し、エコーピッチ推定部 16 が制御している。エコーハーモニクスが抑制されるので、残差ピッチ推定部 15 が提供する推定がよくなる。

【0044】

図3の実施形態には、さらに、結合部 12 の入力と後処理部 13 との間に任意的な接続 C が示されている。この接続により、マイクロホン信号 z が後処理部に送られるので、後処理部がこの信号を利用できる。しかし、この接続は必須のものではなく、必要に応じて、式 $z = r + y$ を用いて、エコーキャンセル信号 y と残差信号 r からマイクロホン信号 z を求めてもよい。

【0045】

また、図3の実施形態は、マイクロホン 3 と結合部 12 との間に結合された任意的なバンドパスフィルタ (BPF) 部 19 を有する。このフィルタ部の機能は近端音声 s の一部ではない周波数の抑制であり、音響エコーキャンセラ 1 の動作 (task) を容易にする。

【0046】

本発明が提供する選択的減衰を図4に示した。図4は周波数 (または周波数ピン番号) f の関数として、後処理部 (図2及び図3の13) の利得 G を概略的に示している。図4に示した例では、図示した利得 G は2つのレベルを有する: 比較的低いレベル G_1 と (例えば、1.0 である) 比較的高いレベル G_2 である。低いレベル G_1 は、例えば、利得 0.3 (これは -10.5 dB の減衰量である) に対応し、高いレベル G_2 は、例えば、利得 1.0 (これは 0 dB の減衰量である) に対応する。

【0047】

周波数 f_0 、 f_1 、 f_2 及び f_3 にあるプロテクト周波数帯域 (protected frequency ranges) (または周波数ピン) H_p において、利得は高いレベル G_2 にあり、残りの周波数にあるアンプロテクト周波数帯域 (unprotected frequency ranges) H_u において、利得は低いレベル G_1 にある。図示した例では、プロテクト周波数帯域 H_p は、近端信号の推定ピッチすなわち基本周波数 f_0 と、そのハーモニクス f_1 、 f_2 及び f_3 に対応

10

20

30

40

50

する。周知のように、ハーモニクスは $n \times f_0$ ($n = 2, 3, 4, \dots$) のところにある。例えば推定によりピッチすなわち基本周波数 f_0 が分かっているならば、ハーモニクスの周波数も分かる。

【0048】

本発明では近端信号のピッチ f_0 を推定する。このピッチが分かれば、好適な減衰制御信号（図2及び図3のc）が後処理部に送信され、これらの周波数の減衰が実質的に防止されるか、制限される。図4の例では、周波数帯域 H_p を定義した。この周波数帯域は一般的には近端信号（図示せず）の周波数スペクトルのピークに対応している。これらのプロテクト周波数帯域（protected frequency bands）では、後処理部による減衰は実質的に防止される。

10

【0049】

したがって、基本周波数及びハーモニクスにおける近端信号の減衰を防止（prevent）することにより、後処理部が近端信号の歪みを引き起こすことを防止し、出力信号 r_p （処理済み残差信号）の音質が大幅に改善する。

【0050】

図5に概略的に示したコンシューマ装置5は、本発明による音響エコーキャンセル装置（AEC）1と、スピーカ2と、マイクロホン3とを有する。図5に示した実施形態では、コンシューマ装置5は携帯（すなわちセルラー）電話装置であり、モバイル通信（MC）部6を有する。このモバイル通信部6は、音響エコーキャンセル装置（AEC）1とスピーカ2とマイクロホン3とに結合している。本発明のコンシューマ装置5の音質は、音響エコーキャンセル装置1の優れた特性により大幅に改善される。

20

【0051】

本発明はハードウェアでもソフトウェアでも実施可能である。ハードウェアによる実施にはASIC（application specific integrated circuit）が含まれる。ソフトウェアによる実施には、汎用コンピュータまたは専用コンピュータで実行可能なソフトウェアプログラムが含まれる。

【0052】

本発明は、近端信号の周波数構造を考慮することにより、特に近端信号のハーモニクスの減衰を防止することにより音響エコーキャンセラの残差信号の後処理（post-processing）を改善できるという洞察に基づく。本発明は、残差信号及び好ましくはエコーキャンセル信号を用いて近端信号のピッチを推定できるというさらに別の洞察によるものである。

30

【0053】

留意すべきことは、本明細書で使用した用語は、本発明の範囲を限定するものとして解釈してはならないことである。特に、「有する」という用語は、特に記載されていないいかなる要素をも排除するものではない。単一の（回路）要素を複数の（回路）要素またはその等価物で置き換えることもできる。

【0054】

当業者には当然のことながら、本発明は上記の実施形態に限定されるものではなく、添付した請求項に記載した本発明の範囲から逸脱することなく、多くの修正や追加をすることができ。

40

【図面の簡単な説明】

【0055】

【図1】先行技術による音響エコーキャンセル装置を示す概略図である。

【図2】本発明による音響エコーキャンセル装置の第1の実施形態を示す概略図である。

【図3】本発明による音響エコーキャンセル装置の第2の実施形態を示す概略図である。

【図4】周波数の関数としてスピーチ信号のパワーを示す概略図である。

【図5】本発明によるコンシューマ装置を示す概略図である。

フロントページの続き

- (72)発明者 リエラ - パロウ, フェリップ
フランス国, 75008 パリ, ブールヴァール・オスマン 156, ソシエテ・シヴィル・エス
ペーイーデー内
- (72)発明者 ローフェルス, ダヴィド アントワーヌ クリスティアン マリー
フランス国, 75008 パリ, ブールヴァール・オスマン 156, ソシエテ・シヴィル・エス
ペーイーデー内
- (72)発明者 ヤンセ, コルネリス ピーテル
フランス国, 75008 パリ, ブールヴァール・オスマン 156, ソシエテ・シヴィル・エス
ペーイーデー内
- (72)発明者 メルクス, イフォ レオン ディアネ マリー
フランス国, 75008 パリ, ブールヴァール・オスマン 156, ソシエテ・シヴィル・エス
ペーイーデー内

審査官 角田 慎治

- (56)参考文献 特表2003-516673(JP, A)
国際公開第01/043413(WO, A1)
特開2005-159753(JP, A)
国際公開第2004/002127(WO, A1)
特開2003-234679(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04B 1/76-3/44
H04B 3/50-3/60
H04B 7/005-7/015
H04M 1/00
H04M 1/60