

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5332733号
(P5332733)

(45) 発行日 平成25年11月6日(2013.11.6)

(24) 登録日 平成25年8月9日(2013.8.9)

(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 10 (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願2009-49665 (P2009-49665)	(73) 特許権者	000000295
(22) 出願日	平成21年3月3日(2009.3.3)		沖電気工業株式会社
(65) 公開番号	特開2010-206515 (P2010-206515A)		東京都港区虎ノ門一丁目7番12号
(43) 公開日	平成22年9月16日(2010.9.16)	(74) 代理人	100090620
審査請求日	平成23年11月15日(2011.11.15)		弁理士 工藤 宣幸
		(72) 発明者	高田 真賢
			東京都港区西新橋三丁目16番11号 沖電気工業株式会社内
		審査官	前田 典之

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 エコーキャンセラ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

適応フィルタを含む擬似エコー生成手段が受話信号に基づいて擬似エコー信号を生成し、エコー消去手段が送話信号から擬似エコー信号を減算することにより、送話信号からエコー信号を消去するエコーキャンセラにおいて、

周波数マスキング効果によりマスキングされる特定周波数成分を含む参照信号を形成してエコー経路に出力し、さらに送話信号から上記参照信号に由来する上記特定周波数成分のエコー成分を検出し、上記特定周波数成分を含む上記参照信号の形成タイミングと、上記送話信号中の上記特定周波数成分のエコー成分の検出タイミングとに基づいてエコー経路の初期遅延量を求める初期遅延推定手段と、

上記初期遅延推定手段からの上記エコー経路の初期遅延量を上記受話信号に付与して上記擬似エコー生成手段に与える遅延付与手段と

を備え、

上記初期遅延推定手段は、上記受話信号から上記特定周波数成分を間欠的に除去することと、上記特定周波数成分を含む上記参照信号を形成するものである

ことを特徴とするエコーキャンセラ。

【請求項2】

上記初期遅延推定手段は、特定周波数断続部、特定周波数波形再現部及び遅延量判定部とを備え、

上記特定周波数断続部が、

上記受話信号から、少なくとも1種類の周波数成分についてデジタルフーリエ変換を行なう受話側デジタルフーリエ変換部と、

デジタルフーリエ変換された周波数成分を保持する受話側周波数成分保持部と、

上記受話側周波数成分保持部に保持される、少なくとも1種類の周波数成分について逆デジタルフーリエ変換を行なう受話側逆デジタルフーリエ変換部と、

上記受話信号を保持する受話信号保持部と、

上記受話信号保持部から出力される上記受話信号から、上記受話側逆デジタルフーリエ変換部から出力される上記各周波数成分を間欠的に除去する周波数成分除去部とを有し、

上記特定周波数波形再現部が、

上記送話信号から、少なくとも1種類の周波数成分についてデジタルフーリエ変換を行なう送話側デジタルフーリエ変換部と、

デジタルフーリエ変換された周波数成分を保持する周波数成分保持部と、

上記周波数成分保持部に保持される、少なくとも1種類の周波数成分について逆デジタルフーリエ変換を行なう送話側逆デジタルフーリエ変換部と

を有し、

上記遅延量判定部が、上記特定周波数断続部からの出力信号と、上記特定周波数波形再現部からの出力信号とのパワー又はレベルの急変時刻差に基づいて上記エコー経路の初期遅延量を求める

ことを特徴とする請求項1に記載のエコーキャンセラ。

【請求項3】

適応フィルタを含む擬似エコー生成手段が受話信号に基づいて擬似エコー信号を生成し、エコー消去手段が送話信号から擬似エコー信号を減算することにより、送話信号からエコー信号を消去するエコーキャンセラにおいて、

周波数マスキング効果によりマスキングされる特定周波数成分を含む参照信号を形成してエコー経路に出力し、さらに送話信号から上記参照信号に由来する上記特定周波数成分のエコー成分を検出し、上記特定周波数成分を含む上記参照信号の形成タイミングと、上記送話信号中の上記特定周波数成分のエコー成分の検出タイミングとに基づいてエコー経路の初期遅延量を求める初期遅延推定手段と、

上記初期遅延推定手段からの上記エコー経路の初期遅延量を上記受話信号に付与して上記擬似エコー生成手段に与える遅延付与手段と

を備え、

上記初期遅延推定手段は、特定周波数断続部、特定周波数波形再現部及び遅延量判定部とを備え、

上記特定周波数断続部が、

上記受話信号から、少なくとも1種類の周波数成分についてデジタルフーリエ変換を行なう受話側デジタルフーリエ変換部と、

デジタルフーリエ変換された周波数成分を保持する受話側周波数成分保持部と、

上記受話側周波数成分保持部に保持される、少なくとも1種類の周波数成分について逆デジタルフーリエ変換を行なう受話側逆デジタルフーリエ変換部と、

上記受話信号を保持する受話信号保持部と、

上記受話信号保持部から出力される上記受話信号から、上記受話側逆デジタルフーリエ変換部から出力される上記各周波数成分を間欠的に除去する周波数成分除去部と

を有し、

上記特定周波数波形再現部が、

上記送話信号から、少なくとも1種類の周波数成分についてデジタルフーリエ変換を行なう送話側デジタルフーリエ変換部と、

デジタルフーリエ変換された周波数成分を保持する周波数成分保持部と、

上記周波数成分保持部に保持される、少なくとも1種類の周波数成分について逆デジタルフーリエ変換を行なう送話側逆デジタルフーリエ変換部と

10

20

30

40

50

を有し、

上記遅延量判定部が、上記特定周波数断続部からの出力信号と、上記特定周波数波形再現部からの出力信号とのパワー又はレベルの急変時刻差に基づいて上記エコー経路の初期遅延量を求める

ことを特徴とするエコーキャンセラ。

【請求項 4】

上記遅延量判定部が、上記特定周波数断続部からの出力信号の上記特定周波数成分の除去に係るパワー又はレベルの急降下時刻と、上記特定周波数波形再現部からの出力信号の上記特定周波数成分のパワー又はレベルの急上昇時刻との差を、上記エコー経路の初期遅延量とすることを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載のエコーキャンセラ。

10

【請求項 5】

上記受話側逆デジタルフーリエ変換部と、上記周波数成分除去部との間に設けられ、上記受話信号から検出した音声の検出結果に応じて接続切替を行なう切替部を更に備え、上記遅延量判定部が、上記切替部の切替時刻と、上記特定周波数波形再現部からの出力信号の上記特定周波数成分のパワー又はレベルの急上昇時刻との差を、上記エコー経路の初期遅延量とすることを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載のエコーキャンセラ。

【請求項 6】

上記初期遅延推定手段による上記特定周波数成分を含む上記参照信号の形成タイミングと、上記初期遅延推定手段が求めた上記エコー経路の初期遅延量とに基づいて、上記適応フィルタの有効フィルタ長を求めるフィルタ長推定手段を更に備えることを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載のエコーキャンセラ。

20

【請求項 7】

上記受話信号からパワー又はレベルの強い周波数を求め、この周波数を用いて、上記特定周波数断続部で特定する周波数を決定する周波数決定部を更に備えることを特徴とする請求項 2 ~ 6 のいずれかに記載のエコーキャンセラ。

【請求項 8】

上記周波数決定部が、上記受話信号から求めたパワー又はレベルの強い周波数に対して周波数を角速度 ω だけずらした角速度 ω' を求め、この角速度 ω' を、受話側デジタルフーリエ変換部、受話側逆デジタルフーリエ変換部、送話側デジタルフーリエ変換部及び送話側逆デジタルフーリエ変換部に与えることを特徴とする請求項 7 に記載のエコーキャンセラ。

30

【請求項 9】

上記周波数決定部において、上記角速度 ω' は、 $0 < \omega' < 0.2 \omega$ に設定されることを特徴とする請求項 8 に記載のエコーキャンセラ。

【請求項 10】

上記周波数決定部が、上記受話信号から求めたパワー又はレベルの強い周波数を高周波数側にずらすことを特徴とする請求項 8 又は 9 に記載のエコーキャンセラ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

40

本発明は、エコーキャンセラに関し、例えば、パーソナルコンピュータに搭載するエコーキャンセラに適用し得るものである。

【背景技術】

【0002】

近年、例えばインターネットのような IP ネットワークを利用して音声信号を通信する VoIP を用いた IP 電話が普及している。この一例として、パーソナルコンピュータ (PC) 上で動作するソフトフォンと呼ばれる IP 電話も利用されている。このソフトフォンでは、PC に内蔵されるサウンドデバイス (A/D 変換器や D/A 変換器などを含む) を用いて音声の入出力を行っている。

【0003】

50

従来のサウンドデバイスを用いたエコーキャンセラの処理について図2を参照して説明する。

【0004】

図2において、図示しない遠端話者からの音声データは、インターネット100を通じてネットワーク端末装置115（例えばPC等）内の回線インターフェース114に入力される。

【0005】

そして、音声データは、復号器101で音声波形信号（以後、音声信号という）に復号される。音声信号は音声出力ドライバ102に入力され、音声出力ドライバ102の出力信号はネットワーク端末装置115に装備されたサウンドボード103の途切れ緩衝用蓄積バッファ104に入力される。

10

【0006】

途切れ緩衝用蓄積バッファ104は過去に蓄積された音声信号から順にデジタル-アナログ変換器（以後、D/Aという）105に出力し、D/A105は信号をアナログ信号に変換してスピーカ端子116を通じてスピーカ106とアナログ-デジタル変換器（以後、A/Dという）108に出力する。

【0007】

スピーカ106で放射された音声信号はマイクロフォン107に回り込み、A/D108に入力される。A/D108に入力された信号のうち、D/A105から直接入力された信号は途切れ緩衝用蓄積バッファ109を経由して信号 $r(k)$ として、音声入力ドライバ110内の適応フィルタ111に入力される。

20

【0008】

一方、スピーカ106を経由してA/D108に入力された信号は途切れ緩衝用蓄積バッファ109を経由して加算器112に入力される。適応フィルタ111では、信号 $r(k)$ と信号 $f(k)$ を入力として打ち消し信号（擬似エコー信号） $s(k)$ を作成する。この信号 $s(k)$ の作成に関しては、信号 $f(k)$ を最小にする適応アルゴリズム、例えば公知のNLMSアルゴリズムなどが使われるが、 $f(k)$ を最小にする適応アルゴリズムであれば種々の方法を適用することができる。

【0009】

加算器112では、スピーカ106から入力された信号（すなわち、エコー信号）と擬似エコー信号 $s(k)$ を相殺し、これにより得られた信号 $f(k)$ を適応フィルタ111及び符号化器113に出力する。また、符号化器113では、音声信号をインターネット100に出力するため、音声データをパケット整形して変換し、回線インターフェース114を通じてインターネット100に出力する。

30

【0010】

ところで、ネットワーク端末装置115が、例えばPC等のように通信処理以外にもいろいろな処理を実行する装置である場合、エコーキャンセラにとって不都合が発生する。

【0011】

これは、例えばPCのような汎用装置では、通信のようなリアルタイム性を必要とする処理以外にも、色々なアプリケーションプログラムを実行させており、計算資源（例えばPCUやメモリなどのリソース）を使用しているから、音声出力ドライバ102や音声入力ドライバ110は一旦処理を待機させることが発生するからである。

40

【0012】

通常、音声処理の待機はそのまま音声信号の断絶につながる。そこで、従来技術では途切れ緩衝用蓄積バッファ104及び109に予め音声データを蓄積しておき、音声処理の待機が発生しても、その間、途切れ緩衝用蓄積バッファ104及び109に蓄積済みの音声信号をD/A105やA/D108に出力し、音声の途切れを防ぐようになっている。なお、この途切れ緩衝用蓄積バッファ104及び109に蓄積されるデータがなくなれば音声データの出力ができなくなる。

【0013】

50

また、逆に音声出力ドライバ102や音声入力ドライバ109は動作しているのに、何らかの原因により途切れ緩衝用蓄積バッファ104及び109の出力が待機される場合がある。この場合、途切れ緩衝用蓄積バッファ104及び109にデータが流れ込むが、データ出力できないために、蓄積データが溜まってしまい蓄積量が飽和してしまう。この飽和中に、途切れ緩衝用蓄積バッファ104及び109に入力すると、そのデータを蓄積できず、破棄されてしまう。

【0014】

こうした、途切れ緩衝用蓄積バッファ104及び109のデータの枯渇や飽和は、音声信号として双方とも音声の途切れという現象になって現れる。

【0015】

さらに、このような音声信号の途切れや、途切れ緩衝用蓄積バッファ104及び109の蓄積量変動は、適応フィルタ111を用いたエコー除去にとって性能劣化にも繋がる。その理由は次の通りである。

【0016】

通常エコー除去のための適応フィルタ111（エコーキャンセラ）は、復号器101の出力と音声入力ドライバ109の出力を各々適応フィルタ111の入力として動作するように実装される。

【0017】

そのため、信号経路として音声出力ドライバ102から始まって、途切れ緩衝用蓄積バッファ104、スピーカ106、マイク107を経由して途切れ緩衝用蓄積バッファ109、音声入力ドライバ110に至るまでの経路は、2つの途切れ緩衝用バッファ104及び109の蓄積量変化（遅延変化）と、音声の途切れ（バッファの枯渇や飽和）がエコー経路の時変動と要因となる。

【0018】

公知のように適応フィルタ111は、エコー経路が時間不変である前提が成り立つときに効果を発揮するので、エコー経路に時間変動があると性能が大きく劣化することになる。

【0019】

図2において、従来のエコーキャンセラは、D/A105の出力から直接A/D108に信号を入力し、A/D108からの出力を途切れ緩衝用蓄積バッファ109を経由して適応フィルタ111に入力するようにする。すなわち、途切れ緩衝用蓄積バッファ109で途切れ（枯渇）、飽和の影響を受けた後の信号をアダプティブフィルタの参照入力信号 $r(k)$ として入力する。

【0020】

またその一方で、途切れ緩衝用蓄積バッファ109で途切れ（枯渇）、飽和の影響が反映されているエコー信号を加算器112に入力するようにする。

【0021】

このように、適応フィルタ111の入力にも途切れ緩衝用蓄積バッファ109の影響を取り込むことで、見かけ上、送受信の2つの経路上の途切れ緩衝用蓄積バッファ109の影響を相殺することができ、適応フィルタ111にとってエコー経路の時変動をなくすことでエコー除去能力の劣化を防止している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0022】

【特許文献1】特開2004-40589号公報

【特許文献2】特開2007-189543号公報

【特許文献3】特開2000-295461号公報

【非特許文献】

【0023】

【非特許文献1】小野測器，技術レポート「音質評価とは：5ラウドネス計算の基となる

10

20

30

40

50

考え方」, 2009年1月31日検索, http://www.onosokki.co.jp/HP-WK/c_support/newsreport/soundquality/soundquality_2.htm

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0024】

しかしながら、図2に示す従来技術では、エコー除去のため、スピーカ106からマイクロフォン107までを結線させる必要があり、専用のサウンドボード103を用いる必要がある。そのため、装置として高価なものになってしまうおそれがある。

【0025】

また、専用ボードを使用せずに済ませたい場合には、ステレオで動作する一方のチャンネルのスピーカ106用出力と他方のチャンネルのマイク端子とを電線で接続する必要がある。そのため、本来のステレオサウンドを用いることができなくなってしまうという欠点がある。さらにその上、エコーキャンセラの参照信号をマイクロフォン側の信号から採取するように変更する必要があり、ユーザがこれを実行するのはハードウェア的にもソフトウェア的にも大変困難であった。

【0026】

これらの不都合は、エコー経路の急峻な変化に起因するものである。そこで、本願発明者等は、特許文献2において、大まかな参照入力信号とエコー信号の特性、すなわち参照入力信号のパワーのエンベロープとエコー信号のエンベロープとを用いてエンベロープ同士で適応フィルタを駆動し、適応的に初期遅延を推定してエコーキャンセラのタップを配置して初期遅延の時間変動に追従する技術を提案した。

【0027】

しかし、エンベロープ特性を用いるためには、音声信号においてエンベロープが音声波形の様子を特徴的に表すまでの区間のデータを確保してからでないとは関係が精度よく計算できないおそれが生じ得る。

【0028】

これは、元来緩やかに変動するものである音声エンベロープというものを算出するためには不可避な時間遅延が生じるから、エコー経路に上記のようなPC等のバッファのような跳躍的な遅延変化がかなりの頻度で前触れ無く発生する場合には、エンベロープ相関による追従性能が追いつかず、エコーを除去できないおそれがあるからである。

【0029】

本発明は、上記課題に鑑み、サウンドボードは汎用のものを使うことができ、特段のハードウェア的改造をすることなく、途切れ緩衝用蓄積バッファの状態によってエコーの遅延が変わっても速やかにエコーを追従、除去できるエコーキャンセラを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0030】

第1の本発明のエコーキャンセラは、適応フィルタを含む擬似エコー生成手段が受信信号に基づいて擬似エコー信号を生成し、エコー消去手段が送話信号から擬似エコー信号を減算することにより、送話信号からエコー信号を消去するエコーキャンセラにおいて、(1)周波数マスキング効果によりマスキングされる特定周波数成分を含む参照信号を形成してエコー経路に出力し、さらに送話信号から参照信号に由来する特定周波数成分のエコー成分を検出し、特定周波数成分を含む参照信号の形成タイミングと、送話信号中の特定周波数成分のエコー成分の検出タイミングとに基づいてエコー経路の初期遅延量を求める初期遅延推定手段と、(2)初期遅延推定手段からのエコー経路の初期遅延量を受話信号に付与して擬似エコー生成手段に与える遅延付与手段とを備え、初期遅延推定手段は、受信信号から特定周波数成分を間欠的に除去することで、特定周波数成分を含む参照信号を形成するものであることを特徴とする。

また、第2の本発明のエコーキャンセラは、適応フィルタを含む擬似エコー生成手段が受信信号に基づいて擬似エコー信号を生成し、エコー消去手段が送話信号から擬似エコー

10

20

30

40

50

信号を減算することにより、送話信号からエコー信号を消去するエコーキャンセラにおいて、(1)周波数マスキング効果によりマスキングされる特定周波数成分を含む参照信号を形成してエコー経路に出力し、さらに送話信号から上記参照信号に由来する特定周波数成分のエコー成分を検出し、特定周波数成分を含む参照信号の形成タイミングと、送話信号中の特定周波数成分のエコー成分の検出タイミングとに基づいてエコー経路の初期遅延量を求める初期遅延推定手段と、(2)初期遅延推定手段からのエコー経路の初期遅延量を受話信号に付与して上記擬似エコー生成手段に与える遅延付与手段とを備え、初期遅延推定手段は、特定周波数断続部、特定周波数波形再現部及び遅延量判定部とを備え、特定周波数断続部が、受話信号から、少なくとも1種類の周波数成分についてデジタルフーリエ変換を行なう受話側デジタルフーリエ変換部と、デジタルフーリエ変換された周波数成分を保持する受話側周波数成分保持部と、受話側周波数成分保持部に保持される、少なくとも1種類の周波数成分について逆デジタルフーリエ変換を行なう受話側逆デジタルフーリエ変換部と、受話信号を保持する受話信号保持部と、受話信号保持部から出力される受話信号から、受話側逆デジタルフーリエ変換部から出力される各周波数成分を間欠的に除去する周波数成分除去部とを有し、特定周波数波形再現部が、送話信号から、少なくとも1種類の周波数成分についてデジタルフーリエ変換を行なう送話側デジタルフーリエ変換部と、デジタルフーリエ変換された周波数成分を保持する周波数成分保持部と、周波数成分保持部に保持される、少なくとも1種類の周波数成分について逆デジタルフーリエ変換を行なう送話側逆デジタルフーリエ変換部とを有し、遅延量判定部が、特定周波数断続部からの出力信号と、特定周波数波形再現部からの出力信号とのパワー又はレベルの急変時刻差に基づいてエコー経路の初期遅延量を求めることを特徴とする。

10

20

【発明の効果】

【0031】

本発明によれば、エコー経路が急峻に変化し、エコー信号の遅延が変わった場合でも、特段の装置規模を大きくすることなく、速やかにエコーを追従し、除去することができる。

【図面の簡単な説明】

【0032】

【図1】第1の実施形態のエコーキャンセラ及び周辺構成の構成を示す構成図である。

30

【図2】従来のエコーキャンセラの構成を示す構成図である。

【図3】第1の実施形態の初期遅延推定部の内部構成を示す内部構成図である。

【図4】エコー経路のインパルス応答の様子を説明する説明図である。

【図5】遅延量判定部が推定する遅延量を説明する説明図である。

【図6】第2の実施形態のエコーキャンセラ及び周辺構成の構成を示す構成図である。

【図7】第2の実施形態の遅延及び適応フィルタ長推定部の内部構成を示す内部構成図である。

【図8】遅延及び適応フィルタ長推定部が推定するタップ長を説明する説明図である。

【図9】第3の実施形態のエコーキャンセラ及び周辺構成の構成を示す構成図である。

【図10】第3の実施形態のパラメータ推定部の内部構成を示す内部構成図である。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0033】

(A) 第1の実施形態

以下では、本発明のエコーキャンセラの実施形態を、図面を参照しながら説明する。

【0034】

第1の実施形態は、例えばPC上のソフトフォン(例えばハンズフリー通話装置)において、適用フィルタを設けてエコーを打ち消すエコーキャンセラに、本発明を適用した実施形態を例示して説明する。

【0035】

(A-1) 第1の実施形態の構成

50

(A-1-1) 全体構成

第1の実施形態のエコーキャンセラは、例えば、専用ボードとして構築されたものであっても良く、又DSP（デジタルシグナルプロセッサ）へのエコーキャンセルプログラムの書き込みによって実現されたものであっても良く、又CPUと、CPUが実行するソフトウェアによって実現されたものであっても良いが、機能的には図1で示すことができる。

【0036】

図1は、第1の実施形態のエコーキャンセラ及びその周辺構成を示す構成図である。

【0037】

図1において、エコーキャンセラ1は、音声出力ドライバ5及び音声入力ドライバ15を介して、サウンドボード8と接続している。図1において、右側が近端話者（すなわち利用者）側であり、左側が図示しないネットワーク（例えばインターネット等）と接続し遠端話者側である。

10

【0038】

エコーキャンセラ1は、遅延付与部2、適応フィルタ（ADF）3、初期遅延推定部4、エコー打消し加算器16を少なくとも有する。

【0039】

なお、受信側入力端子Rin（以後、Rinという）からは、図示しない復号器により復号されたデジタル音声信号が入力され、また送信側出力端子Sout（以後、Soutという）からは、図示しない符号化器により符号化されたパケットがネットワークを通じて遠端話者に送出される。

20

【0040】

また、サウンドボード8は、受信データ途切れ緩衝用蓄積バッファ6、デジタル-アナログ変換器（D/A）7、スピーカ10と接続するスピーカ出力端子9、マイクロフォン11と接続するマイク端子12、アナログ-デジタル変換器（A/D）13、送信データ途切れ緩衝用蓄積バッファ14を少なくとも有する。

【0041】

初期遅延推定器4は、Rinから受信入力信号 $x(n)$ と、送信側入力端子Sin（以後、Sin）からエコー信号 $y_1(n)$ とを入力し、これらの信号に基づいてエコー経路の初期遅延を推定して遅延付与部2に与えるものであり、その詳細な構成は後述する。

30

【0042】

ここで、エコー経路の初期遅延とは、受信出力端子Rout（以後、Rout）から、音声出力ドライバ5、受信データ途切れ緩衝用蓄積バッファ6、D/A7、スピーカ出力端子9、スピーカ10、マイクロフォン11、マイク端子12、A/D13、送信データ途切れ緩衝用蓄積バッファ14、音声入力ドライバ15を経由して、エコー打消し加算器16に入力するまでの経路遅延をいう。

【0043】

遅延付与部2は、初期遅延推定部4により推定された遅延量に応じて、Rinからの信号 $x(n)$ に遅延を与えて適応フィルタ3に与えるものである。

【0044】

適応フィルタ（ADF）3は、遅延付与部2により遅延付与された信号 $x(n)$ と、エコー打消し加算器16から出力される残差信号 $e(n)$ とを入力し、逐次 $e(n)$ のパワーが最小となるように擬似エコー信号 $y'(n)$ を作成し、これを打消し加算器16に出力するものである。

40

【0045】

打消し加算器16は、Sinから入力された送信入力信号 $y_1(n)$ から擬似エコー信号 $y'(n)$ を減算して、エコー成分を除去した残差信号 $e(n)$ を出力するものである。

【0046】

音声出力ドライバ5は、Routからの送信出力信号を受信データ途切れ緩衝用蓄積バ

50

ッファ 6 に出力すると共に、受信データ途切れ緩衝用蓄積バッファ 6 の蓄積量を制御するものである。

【 0 0 4 7 】

受信データ途切れ緩衝用蓄積バッファ 6 は、音声出力ドライバ 5 の制御を受けて所定の蓄積量だけ蓄積したデータを古いものから順に D / A 7 に出力するものである。

【 0 0 4 8 】

D / A 7 は、受信データ途切れ緩衝用蓄積バッファ 6 からのデジタルデータをアナログ信号に変換して、スピーカ出力端子 9 を介してスピーカ 1 0 に出力するものである。

【 0 0 4 9 】

A / D 1 3 は、マイク端子 1 2 を介してマイクロフォン 1 1 が捕捉した音声信号を入力し、アナログ信号をデジタルデータに変換して送信データ途切れ緩衝用蓄積バッファ 1 4 に出力するものである。

10

【 0 0 5 0 】

送信データ途切れ緩衝用蓄積バッファ 1 4 は、音声入力ドライバ 1 5 の制御を受けて、所定の蓄積量だけ蓄積したデータを古いものから順に音声入力ドライバ 1 5 に出力するものである。

【 0 0 5 1 】

音声入力ドライバ 1 5 は、送信データ途切れ緩衝用蓄積バッファ 1 4 からの信号を S i n に出力すると共に、送信データ途切れ緩衝用蓄積バッファ 1 4 の蓄積量を制御するものである。

20

【 0 0 5 2 】

(A - 1 - 2) 初期遅延推定部 4 の内部構成

続いて、初期遅延推定部 4 の詳細な内部構成について説明する。図 3 は、初期遅延推定部 4 の内部構成を示す内部構成図である。

【 0 0 5 3 】

図 3 において、第 1 の実施形態の初期遅延推定部 4 は、音声検出器 (V A D) 1 9、特定周波数断続部 1 7、タイミング制御部 1 a、遅延判定部 1 b、送信側特定周波数波形再現部 1 8 とを少なくとも有する。

【 0 0 5 4 】

また、特定周波数断続部 1 7 は、受信側時間 / 周波数変換部 1 7 0、データ保持部 1 7 1、受信側単成分デジタルフーリエ変換部 (以後、 D F T 部) 1 7 2、受信側特定周波数成分保持部 1 7 3、受信側周波数 / 時間変換部 1 7 4、受信側単成分逆デジタルフーリエ変換部 (逆 D F T 部) 1 7 5、逆 D F T 正規化部 1 7 6、スイッチ 1 7 7、純成分キャンセル加算器 1 7 8 を少なくとも有する。

30

【 0 0 5 5 】

さらに、送信側特定周波数波形再現部 1 8 は、送信側時間 / 周波数変換部 1 8 0、送信側単成分デジタルフーリエ変換部 (以後、 D F T 部) 1 8 1、送信側特定周波数成分保持部 1 8 2、送信側周波数 / 時間変換部 1 8 4、送信側単成分逆デジタルフーリエ変換部 (以後、逆 D F T 部) 1 8 3 を少なくとも有する。

【 0 0 5 6 】

上述したように、第 1 の実施形態の初期遅延推定部 4 は、エコー経路の初期遅延を求めるものであるが、このエコー経路の初期遅延を求める基本概念を以下に説明する。

40

【 0 0 5 7 】

初期遅延推定部 4 は、後述するように人間の聴覚特性における周波数マスキング効果に鑑みてエコー経路の初期遅延を求めるものである。

【 0 0 5 8 】

この周波数マスキング効果とは、簡潔に説明すると、人間の聴覚において、強い周波数成分の近傍の周波数成分はマスクされてしまい、マスクされた周波数成分が聞こえなくなる効果をいう。なお、周波数マスキング効果については、例えば非特許文献 1 に詳しい。

【 0 0 5 9 】

50

この周波数マスキング効果には、さらに興味深い性質がある。それは、前述のように何か特に強い周波数成分があったとき、その成分を開始点として、高い周波数成分側に、マスクの効果を発揮し易いというものである。

【 0 0 6 0 】

このことは、周波数成分が平坦ではなく、強弱のある信号では、その強い成分の近傍の周波数的にやや高い周波数成分は、聴覚感覚的にはあたかもないように振る舞っているということである。

【 0 0 6 1 】

そこで、第 1 の実施形態の初期遅延推定部 4 は、このような周波数マスキング効果に鑑み、特定周波数断続部 1 7 が音声信号中の人間の音声の第 1 ピークである 1 k H z 近辺と第 2 ピークである 2 k H z 近辺との間から選択した単独（トーン）の周波数を選択し、周波数マスキング効果により人間が検知できない当該周波数成分信号（これを遅延推定参照信号ともいう）を利用する。

10

【 0 0 6 2 】

特定周波数断続部 1 7 は、通常の可聴周波数信号（すなわち、可聴域の特定周波数成分）を断続的に消滅させた信号を参照信号 $x_ref(n)$ として、R o u t に出力するものである。このように、可聴域の特定の 1 種類の周波数成分を初期遅延の推定に用いるので、特段のハードウェア的な結線や改造が不要である。

【 0 0 6 3 】

なお、特定周波数成分である遅延推定参照信号は、スピーカ 1 0 から放出され、音響結合によるエコー経路を介して、マイクロフォン 1 1 に入り込む。その結果、この遅延推定参照信号に相当する特定周波数成分が $y_1(n)$ 中に含まれて S i n に入力される。

20

【 0 0 6 4 】

送信側特定周波数波形再現部 1 8 は、S i n からのエコー信号 $y_1(n)$ を入力し、このエコー信号 $y_1(n)$ に含まれ得る特定周波数を再現して、遅延量判定部 1 b に与えるものである。

【 0 0 6 5 】

遅延量判定部 1 b は、上述した遅延推定参照信号 $x_ref(n)$ の信号レベルの急降下点の時刻 t_{xoff} を求め、さらにエコー信号中に含まれる遅延推定参照信号に相当する特定周波数成分の信号レベルを検出して、このレベル上昇検出点の時刻 t_{yton} を求め、この時刻 t_{xoff} と時刻 t_{yton} との差分から、エコー経路の初期遅延量 $T_{id'}$ を求めて、遅延付与部 2 に出力するものである。このようにすることで、遅延付与部 2 が A D F 3 の遅延推定参照信号の独自に遅延部分 $T_{id'}$ を補償し、A D F 3 が初期遅延量の変動に擾乱されないようにする。

30

【 0 0 6 6 】

また、第 1 の実施形態の初期遅延推定部 4 は、特定周波数断続部 1 7 に純成分キャンセル加算器 1 7 8 を備える。

【 0 0 6 7 】

この純成分キャンセル加算器 1 7 8 は、単一周波数でデジタルフーリエ変換又は逆デジタルフーリエ変換で発生した特定周波数成分（例えば第 i 周波数成分）を音声信号に反転加算して、音声信号から特定周波数成分だけをキャンセルするものである。

40

【 0 0 6 8 】

通常、このような単一周波数を除去あるいは抽出するためには、例えば膨大の次数を持つデジタル帯域阻止 F I R フィルタや I I R フィルタが必要となる。

【 0 0 6 9 】

しかし、第 1 の実施形態では、純成分キャンセル加算器 1 7 8 が音声信号から単一周波数成分をキャンセルするようにしたので、従来のような高次の帯域処理フィルタ等を具備することなく、簡単な複素三角関数の乗算と時間波形の減算だけで、理想的に単独の周波数成分を除去あるいは抽出することができ、さらに周波数選択性能に優れるだけでなく演算コストも従来技術にくらべ大幅に軽減することができる。

50

【 0 0 7 0 】

(A - 2) 第 1 の実施形態の動作

次に、第 1 の実施形態のエコーキャンセラにおける処理を、図面を参照しながら説明する。

【 0 0 7 1 】

まず、R i nから入力された信号 $x(n)$ はエコーキャンセラ 1 に入力される。また R o u tから出力された信号は、音声出力ドライバ 5 を介して、受信データ途切れ緩衝用蓄積バッファ 6 に与えられる。

【 0 0 7 2 】

このとき、汎用装置（例えば P C 等）が音声処理よりも優先度の高いプログラムが実行状態にあるときには、音声出力ドライバ 5 は待機状態となり、受信データ途切れ緩衝用蓄積バッファ 6 に対してデータ $x(n)$ の出力がなされない。

10

【 0 0 7 3 】

この間、受信データ途切れ緩衝用蓄積バッファ 6 に予め蓄積されたデータが、D / A 7 に出力される。そのため、音声出力ドライバ 5 からの出力がなくても、見かけ上、音声は欠けないように、スピーカ 1 0 に対して音声データが出力される。なお、受信データ途切れ緩衝用蓄積バッファ 6 が完全に枯渇すれば音声データはなくなってしまう。

【 0 0 7 4 】

ただし、音声出力ドライバ 5 の待機状態が復帰さえすれば、音声信号 $x(n)$ は大きな遅延を受けながらも、やがてはスピーカ 1 0 から出力される。つまり現象としては「音声遅れ」または「音声の間あき」になる。

20

【 0 0 7 5 】

その一方、なんらかの都合で、D / A 7 による変換出力が待機するときは、逆に受信データ途切れ緩衝用蓄積バッファ 6 の蓄積容量が足りなくなり、飽和状態となると音声出力ドライバ 5 からの出力データは、蓄積することができず、破棄されてしまい、もはやスピーカ 1 0 からは出力されることはなく、すなわち「音声欠け」となる。

【 0 0 7 6 】

上述のように、受信データ途切れ緩衝用蓄積バッファ 6 では、データの音声信号が極力途切れないようにデータの蓄積と出力を行う。すなわち、受信データ途切れ緩衝用蓄積バッファ 6 は、音声出力ドライバ 5 からの制御信号に応じた蓄積量だけ一旦蓄積し、その後古いものから順に D / A 7 に音声信号を出力するようにする。

30

【 0 0 7 7 】

D / A 7 は、デジタル音声信号をアナログ信号に変換して、スピーカ出力端子 9 を経由してスピーカ 1 0 に出力する。スピーカ 1 0 は、音声信号を空間に放出する。

【 0 0 7 8 】

スピーカ 1 0 から空間に放射された音声信号の一部は、エコー信号 y となってマイクロフォン 1 1 にもれこむ。マイクロフォン 1 1 に入力された信号はマイク端子 1 2 を経由して A / D 1 3 に入力され、デジタル信号 $y(n)$ に変換される。

【 0 0 7 9 】

デジタル信号に変換された信号 $y(n)$ は送信データ途切れ緩衝用蓄積バッファ 1 4 に出力される。送信データ途切れ緩衝用蓄積バッファ 1 4 は、データの音声信号が途切れないようにデータの蓄積を行う。

40

【 0 0 8 0 】

ここで、マイクロフォン 1 1 側でもスピーカ 1 0 側で説明したと同じような状態が発生する場合があります、マイク 1 1 側での動作を説明しておく。

【 0 0 8 1 】

汎用装置（例えば P C 等）が音声処理よりも優先度の高いプログラムを実行しようとするときは、A / D 1 3 は送信データ途切れ緩衝用蓄積バッファ 1 4 に対してデータを出力できずに待機する。

【 0 0 8 2 】

50

この間、送信データ途切れ緩衝用蓄積バッファ14に予め蓄積されたデータが音声入力ドライバ15に出力され、A/D13からの出力がなくても、見かけ上、音声は欠けないように、音声入力ドライバ15に対して音声データを出力する。なお、送信データ途切れ緩衝用蓄積バッファ14が完全に枯渇すれば音声データはなくなってしまう。

【0083】

ただし、音声入力ドライバ15の待機状態が復帰さえすれば、音声は大きな遅延を受けながらも、やがては音声入力ドライバ15から出力される。つまり現象としては送信する音声の「音声遅れ」または「音声の間あき」になる。

【0084】

その一方、なんらかの都合で、音声入力ドライバ15が待機するときは、送信データ途切れ緩衝用蓄積バッファ14は、音声入力ドライバ15にデータ出力できないので、逆に送信データ途切れ緩衝用蓄積バッファ14の蓄積容量が足りなくなり、飽和状態になると、A/D13からの出力データは、蓄積されず、破棄されてしまい、もはや音声入力ドライバ15に出力されなくなる。すなわち、「音声欠け」となる。

【0085】

このような音声欠けや音声遅れが極力発生しないように、送信データ途切れ緩衝用蓄積バッファ14や受信データ途切れ緩衝用蓄積バッファ6の蓄積量は予めネットワーク端末設計者によって適宜設定される。

【0086】

上述したように、送信データ途切れ緩衝用蓄積バッファ14は、音声欠けがないように、音声入力ドライバ15からの制御信号に応じた蓄積分だけ蓄積したあと、古いデータから順に音声入力ドライバ15に音声データを出力する。

【0087】

音声入力ドライバ15は、エコー信号 $y_1(n)$ を S_{in} に出力する。 S_{in} は、信号をエコー打消し加算器16に出力する。エコー打消し加算器16では適応フィルタ3の出力 $y'(n)$ と $y_1(n)$ を相殺する。ここで、 k をデータの順番とすると、エコー打消し加算器16は、 $y'(k)$ と $y_1(k)$ とを相殺する。

【0088】

エコー打消し加算器16の出力 $e(n)$ は、適応フィルタ3に出力される。適応フィルタ3は、信号 $x(n)$ と残差信号 $e(n)$ を入力として、逐次 $e(n)$ のパワーが最小になるように、擬似エコー信号 $y'(n)$ を出力する。この擬似エコー信号 $y'(n)$ の作成方法は、種々の方法を適用することができるが、例えば、公知の学習同定法などの係数更新アルゴリズムを用いる方法を適用でき、 $e(n)$ のパワーを最小にするアルゴリズムであれば広く適用することができる。

【0089】

エコー打消し加算器16からの出力は S_{out} に出力され、図示しない符号化器により符号化されて、遠端話者に向けて出力される。

【0090】

初期遅延推定部4には、 R_{in} からの信号 $x(n)$ と、エコー信号 $y_1(n)$ とが入力される。

【0091】

初期遅延推定部4は、この信号 $x(n)$ とエコー信号 $y_1(n)$ とに基づいて、次のようにしてエコー信号経路の初期遅延を推定する。この初期遅延推定部4の動作について図3を用いて説明する。

【0092】

初期遅延推定部4は、 $x(n)$ 、 $y_1(n)$ を用いて、以下に説明するエコー経路の初期遅延を計算する。

【0093】

まず、遠端話者からの音声信号 $x(n)$ は、VAD19と特定周波数断続部17に入力される。

10

20

30

40

50

【0094】

VAD19では、入力された信号が音声であるか否かの判定を行う。この音声検出方法としては、例えば、 $|x(n)|$ の短期平均 $x_short(k)$ 、長期平均 $x_long(k)$ を式(1)、式(2)を用いて計算し、下記の式(3)の条件が成立したときに、「音声あり」とする。

【0095】

$$x_short(k) = (1.0 - s) \cdot x_short(k-1) + s \cdot |x(n)| \quad \dots (1)$$

$$x_long(k) = (1.0 - l) \cdot x_long(k-1) + l \cdot |x(n)| \quad \dots (2)$$

ただし

$$0 < s < 1.0$$

$$0 < l < 1 \text{ (Lの小文字)} < 1.0$$

(条件1)

$$x_short(k) > x_long(k) + VAD_m \text{ (dB)} \quad \dots (3)$$

ここで、 s 、 l は、平均の追従の速さを決定する定数である。 s 、 l が大きいと時間変動に敏感に反応する代わりに背景ノイズの影響を受け易くなり、小さいと大まかな成分に追従し、ノイズの影響には鈍感になる。

【0096】

k は計算順序を表しており、式(1)~式(3)に関して n が意味すると同じようにサンプル順と同じタイミングとしてもよい。このときは、式(1)~式(3)の k を n と同じにしてよい。特に言及しない限り式(1)~(3)以外の k は n と異なる。

【0097】

第1の実施形態では、例えば、 s については時間相当で20msに相当する定数、 l については5秒に相当する定数を用いて、 VAD_m は6dBに相当する閾値を用いた。

【0098】

すなわち、式(3)は、dB表現をしなければ、通常表記で

$$x_short(k) > x_long(k) \times VAD_m \text{ lin} \quad \dots (3)$$

($VAD_m \text{ lin}$ は2.0)

として表しても同じである。

【0099】

VAD19では、上記のようにして音声を検出するが、VAD19は、信号中の音声を検出できればどのような方法を適用してもよい。

【0100】

音声検出器19は、音声を検出すると、タイミング制御部1aに音声検出信号Vを出力する。タイミング制御部1aは、後述するタイミングでスイッチ177のON/OFFを行う。

【0101】

遠端からの音声信号 $x(n)$ は、特定周波数断続部17に入力される。まず、 $x(n)$ は、データ保持部171及び受信側時間/周波数変換部170に出力される。

【0102】

受信側時間/周波数変換部170では、DFT部172が予め定められた周波数成分だけを下記のようにして取り出す。

【0103】

ここで、理解容易のために、単一の周波数を処理する場合を例示するものとし、通常のデジタルフーリエ変換(DFT)を説明する。

【0104】

デジタルフーリエ変換は、すでに多くの信号処理技術に用いられている手法であり、時間軸の信号と周波数軸の信号との間で変換する方法として最も良く知られている手法である。時間軸波形を周波数成分に変換するデジタルフーリエ変換は、式(4)のように表され、逆に周波数軸を時間軸に変換する手法は逆デジタルフーリエ変換であり、式(

10

20

30

40

50

5) のように表す。

【数 1】

$$X(m) = \sum_{k=0}^{N-1} x(k) e^{-j2\pi km / N} \quad \dots (4)$$

ここで、 $m=0, 1, 2, \dots, N-1$

10

$$x(n) = \frac{1}{N} \sum_{m=0}^{N-1} X(m) e^{j2\pi nm / N} \quad \dots (5)$$

ここで、 $n=0, 1, 2, \dots, N-1$

【0105】

20

式(4)の右辺は、周波数軸での第 m 番目の成分が計算できることを示し、式(5)の右辺は、時間軸の第 n サンプルが右辺から計算できることを示している。ここで小文字 j は複素数の演算であることを表している。式(5)の係数 $1/N$ は、逆変換の際に時間波形がもとのとおり再現されるような定数であり、図3では逆DFT正規化部176がこれを行う。

【0106】

第1の実施形態では、式(5)で除算したが、式(4)と式(5)での軸の変換は可逆変換であるので、デジタルフーリエ変換と逆デジタルフーリエ変換との両方で N を計算し $1/N$ を乗算するようにしてもよい。すなわち、上記の変換は可逆変換であるから、一旦デジタルフーリエ変換した周波数成分を逆デジタルフーリエ変換すれば、時間軸の波形は元通り復元される。

30

【0107】

また、第1の実施形態では、式(4)、式(5)のうち第 i 成分だけに限定して用いる。第1の実施形態では、この中で、第 i 成分だけをデジタルフーリエ変換し、さらに逆デジタルフーリエ変換するが、受信側単成分デジタルフーリエ変換部172で式(6)を実行し、受信側周波数/時間変換部174で式(7)を実行する。

【0108】

つまり、受信側単成分デジタルフーリエ変換部172は、予め定められた連続 N サンプルのデータについて、式(5)のときと異なり、 $M=0, 1, 2, \dots, N-1$ のうち、第 i 周波数成分、 $M=i$ すなわち、 $x(i)$ の計算だけについて実行する。

40

【数 2】

$$X(i) = \sum_{k=0}^{N-1} x(k) e^{-j2\pi ki / N} \quad \dots (6)$$

【0109】

受信側単成分デジタルフーリエ変換部172で計算された結果である第 i 成分の周波数成分 $x(i)$ が、特定周波数成分保持部173に保持される。

50

【0110】

ここで、第*i*成分の選択方法については、*i*は人間の音声の第*i*ピークである1kHz近辺と、第2ピークである2kHz近辺との間に選択される。例えば、第1の実施形態では、1.6kHzを第*i*成分としたが、これに限定されるものではない。また、第1の実施形態では、サンプリング周波数を16kHzとし、*N*を10サンプルとした。

【0111】

特定周波数成分保持部173は、第*i*成分のデータ*x*(*i*)を受信側周波数/時間変換部174に出力する。そして、受信側周波数/時間変換部174は式(7)を実行する。

【数3】

$$x'(n) = \frac{1}{N} \sum_{m=i}^i X(m) e^{j2\pi nm / N} \quad \dots (7)$$

10

ここで、*n*=0, 1, 2, ..., *N*-1

【0112】

受信側周波数/時間変換部174では、受信側単成分逆デジタルフーリエ変換部175が、特定周波数成分保持部173からの周波数成分*x*(*i*)についてのみ周波数逆変換(逆デジタルフーリエ変換)を行い、*N*サンプル分の時間波形を再現する。

20

【0113】

ここで、式(7)より、周波数逆変換によって再現される波形は、第*i*周波数成分を持つ信号であり、音声信号に含まれるデジタルフーリエ変換における第*i*周波数成分の純成分を持つ信号、すなわち第*i*成分トーン波形である。

【0114】

つまり、式(6)、式(7)の過程で音声信号中に含まれている第*i*周波数成分だけを抜き出し、時間波形に復元したものである。

【0115】

受信側周波数/時間変換部174からの出力*x'*(*n*)は、スイッチ177に出力される。

30

【0116】

スイッチ177では、タイミング制御部1aの制御に従って、以下のタイミングで開閉する。

【0117】

タイミング制御部1aは、VAD19から音声検出信号*V*が入力されると、図示しないカウンタをインクリメントする。そして、タイミング制御部1aは、音声検出から始めて最初の*N*サンプルの間はスイッチ177を閉じる信号*Son*をスイッチ177に出力する。それ以外の場合、タイミング制御部1aは、信号*Son*を出力しない。

40

【0118】

スイッチ177は、タイミング制御部1aから信号*Son*が入力されたときにはスイッチ177を閉じ、受信側周波数/時間変換部174からの信号を純成分キャンセル加算器178に透過する。つづく*N*サンプルの区間ではスイッチ177には何も出力しない。

【0119】

ここで、*N*サンプルの区間は、音声定常信号とみなさせる時間長に設定するのが望ましく、例えば10ms~30ms程度の時間長に設定することが望ましい。

【0120】

スイッチ177は、タイミング制御部1aから信号*Son*が出力されないときにはスイッチ177を開放する。

50

【 0 1 2 1 】

次に、タイミング制御部 1 a は、最初の N サンプル区間が過ぎると、次の N サンプル区間ではスイッチ 1 7 7 を開放する。

【 0 1 2 2 】

タイミング制御部 1 a 及びスイッチ 1 7 7 は、上記動作を、音声信号が検出されている間、順次繰り返す。

【 0 1 2 3 】

純成分キャンセル加算器 1 7 8 には、スイッチ 1 7 7 からの出力 $x'_{sw}(n)$ が入力される。また、純成分キャンセル加算器 1 7 8 には、データ保持部 1 7 1 からの出力 $x_h(n)$ が入力される。

10

【 0 1 2 4 】

そして、純成分キャンセル加算器 1 7 8 は、スイッチ 1 7 7 からの出力 $x'_{sw}(n)$ と、データ保持部 1 7 1 からの出力 $x_h(n)$ とを加算する。また、純成分キャンセル加算器 1 7 8 の出力は R_{out} に出力される。

【 0 1 2 5 】

ここで、データ保持部 1 7 1 は、遠端話者からの入力信号 $x(n)$ を一定時間（すなわち N サンプル時間分）だけ保持して遅延させる処理を行う。

【 0 1 2 6 】

この一定時間 N は、ディジタルフーリエ変換を行うサンプル数に等しくする。これは、純成分キャンセル加算器 1 7 8 において、音声信号波形そのものと、第 i 成分抽出波形 $x'(n)$ とを加算する際に、これらのタイミングを一致させるためである。

20

【 0 1 2 7 】

また、純成分キャンセル加算器 1 7 8 の出力は R_{out} に出力される。 R_{out} に出力された信号は、上述したように、D/A 7 でアナログ信号に変換された後、スピーカ 1 0 から放射され、図示しない近端話者への音声信号として供されるとともに、その一部は音響結合によってマイクロフォン 1 1 にエコー信号 y となって入力される。

【 0 1 2 8 】

マイクロフォン 1 1 に入力されたエコー信号 y は、A/D 1 3 でディジタル変換され、送信データ途切れ緩衝用蓄積バッファ 1 4 及び音声入力ドライバ 1 5 を経由して、 $y_1(n)$ としてエコーキャンセラ 1 の S_{in} に入力される。

30

【 0 1 2 9 】

S_{in} からの信号は、初期遅延推定部 4 の送信側特定周波数波形再現部 1 8 に入力される。

【 0 1 3 0 】

送信側特定周波数波形再現部 1 8 に入力されたエコー信号 $y_1(n)$ は、受信側と同様に、式 (8) のように DFT 部 1 8 1 で周波数の第 i 成分だけを抽出して再現される。

【 0 1 3 1 】

ここで、第 i 成分は、受信側で選択された第 i 成分と同一成分であるようにすることが重要である。

【数 4】

40

$$Y1(i) = \sum_{k=0}^{N-1} y1(k) e^{-j2\pi ki/N} \quad \dots (8)$$

【 0 1 3 2 】

DFT 部 1 8 1 で再現された $y_1(i)$ が特定周波数成分保持部 1 8 2 に出力されると、特定周波数成分保持部 1 8 2 は、 $y_1(i)$ を一旦保持する。

50

【 0 1 3 3 】

特定周波数成分保持部 1 8 2 の出力は、受信側と同様に逆 D F T 部 1 8 3 で時間波形 $y_t(n)$ に逆デジタルフーリエ変換される。

【 数 5 】

$$y_t(n) = \frac{1}{N} \sum_{m=i}^i Y1(m) e^{j2\pi nm / N} \quad \dots (9)$$

10

【 0 1 3 4 】

この逆 D F T 部 1 8 3 で逆デジタルフーリエ変換された $y_t(n)$ は、遅延量判定部 1 b に出力される。

【 0 1 3 5 】

遅延量判定部 1 b は、タイミング制御部 1 a からタイミング信号 T が入力され、タイミング制御部 1 a の制御により、エコー経路の初期遅延を推定するものである。

【 0 1 3 6 】

図 4 は、エコー経路のインパルス応答の様子を説明する説明図である。図 4 において、エコー経路の時間の早い部分に振幅が小さい部分があり、時間 T i d で振幅が最大となる。そして時間 T i d 経過後に、振幅が徐々に小さくなっていく散乱応答が時刻 T d s だけ続く様子が示されている。

20

【 0 1 3 7 】

遅延量判定部 1 b は、図 4 に示す初期遅延時間 T i d 部分を、遅延付与部 2 が挿入する遅延量に相当する遅延量となるように制御し、A D F 3 の図示しないフィルタ係数を割り当てないようにして、A D F 3 が初期遅延の変動によっていちいち擾乱を受けないようにするものである。

【 0 1 3 8 】

図 5 は、遅延量判定部 1 b が推定する遅延量を説明する説明図である。

【 0 1 3 9 】

図 5 (A) は、V A D 1 9 による音声検出信号 V のタイムチャートである。また、遅延量判定部 1 b にはタイミング制御部 1 a からタイミング信号 T が入力されており、図 5 (B) はスイッチ 1 7 7 の開閉タイミングを示す。

30

【 0 1 4 0 】

図 5 (B) 及び (C) において、スイッチ 1 7 7 が閉じている場合、遅延量判定部 1 b は、スイッチ 1 7 7 から受信側周波数 / 時間変換部 1 7 4 の出力 $x'_{sw}(n)$ が入力される。このスイッチ 1 7 7 からの出力は、上述したように、第 i 周波数成分を持つトーン信号である。

【 0 1 4 1 】

ところで、スイッチ 1 7 7 が閉じている場合、純成分キャンセル加算器 1 7 8 において、音声信号から第 i 成分が減算される。そのため、純成分キャンセル加算器 1 7 8 の出力の音声信号の中には第 i 周波数成分 $x(i)$ が除去されている。

40

【 0 1 4 2 】

当然、遅延推定参照信号が時間軸に変換されて、スピーカ 1 0 から放射された結果のエコー信号 y にも、第 i 周波数成分は存在しない。

【 0 1 4 3 】

しかし、次の N サンプル区間では、スイッチ 1 7 7 が開放しているから (図 5 (B)、(c) 参照)、純成分キャンセル加算器 1 7 8 において、音声信号から第 i 成分が減算されず、エコー信号にも第 i 周波数成分が存在することとなる (図 5 (D) 参照)。

【 0 1 4 4 】

そこで、遅延量判定部 1 b は、このエコー信号中に含まれる第 i 周波数成分の存在を検

50

出し、次のようにして遅延量を求める。

【0145】

まず、遅延量判定部1bは、送信側特定周波数波形再現部18の出力 $y_t(n)$ から第 i 周波数成分を検出する。この検出方法は、VAD19による音声検出方法と同様の方法を適用することができる。

【0146】

次に、遅延量判定部1bは、スイッチ177から入力される信号 $x'sw(n)$ から第 i 周波数成分を検出する。この検出方法も、VAD19による音声検出方法と同様の方法を適用することができる。

【0147】

そして、遅延量判定部1bは、スイッチ177から信号 $x'sw(n)$ の出力検出がなくなった時刻 t_{xoff} (図5(C)参照)から、送信側特定周波数波形再現部18からの信号 $y_t(n)$ が検出された時刻 t_{yton} までの時間 Tid' を遅延量として遅延付与部2に出力する。

【0148】

ここで、エコー経路の初期遅延量 Tid' を求める方法について、遅延量推定部1bは、スイッチ177からの信号 $x'sw(n)$ のレベル又はパワーの急降下時刻と、エコー信号から抽出した第 i 周波数成分信号のレベル又はパワーの急上昇時刻との差を初期遅延 Tid' としてもよい。

【0149】

また、別の方法としては、遅延量判定部1bは、スイッチ177の閉から開への開放時刻と、エコー信号から抽出した特定周波数信号のレベル又はパワーの急上昇時刻との差を初期遅延 Tid' としてもよい。

【0150】

その後、遅延付与部2では、遅延量 Tid' に相当するサンプル数の遅延を信号 $x(n)$ に与えてADF3に出力する。

【0151】

また、ADF3では、遅延付与部2により遅延付与された $x(n)$ とエコー信号 $y_1(n)$ と残差信号 $e(n)$ から公知のNLMSアルゴリズムを用いて擬似エコー信号 $y'(n)$ を作成する。ここで、エコー推定アルゴリズムは、エコーを推定できれば種々のアルゴリズムを広く適用することができる。

【0152】

(A-3)第1の実施形態の効果

以上のように、第1の実施形態によれば、聴覚マスキング効果を用いて、初期遅延推定のための遅延推定参照信号をスピーカに出力するようにし、さらに周波数マスキング効果のために近端話者に気づかれず、マイクロフォンに再入力されたエコー信号の中から遅延推定参照信号に由来する特定周波数成分のエコー成分を取り出すようにした。

【0153】

そして、遅延推定参照信号発生タイミング若しくは遅延推定参照信号の成分除去タイミングと、エコー信号から遅延推定参照信号に由来する特定周波数成分の検出タイミングとに基づいてエコー経路の初期遅延を求めることで、この遅延量を補償することができる。その結果、適応フィルタが初期遅延の変換に擾乱されることがないエコーキャンセラを提供できる。

【0154】

また、第1の実施形態によれば、初期遅延の変動があっても、初期遅延判定部が速やかにエコー初期遅延の変化に追従して、遅延不要部に遅延を付与することができる。そのため、途切れ緩衝用蓄積バッファの蓄積時間の変動を打ち消すことができ、適応フィルタは変動した初期遅延以外の部分(すなわち時間不変)のエコー経路部分だけを推定でき、途切れ緩衝用蓄積バッファの変動等の変動があっても速やかにエコー信号を除去することができる。

10

20

30

40

50

【 0 1 5 5 】

さらに、第 1 の実施形態では、単一周波数でのデジタルフーリエ変換又はその逆変換で発生した所定の単独の第 i 周波数信号からなる時間信号 $x'(n)$ を純成分キャンセル加算器で、音声信号に加算して特定周波数成分だけを信号中からキャンセルするようにしたので、高次の帯域処理フィルタを具備することなく、簡単な複素三角関数の乗算と時間波形の減算だけで、単独の周波数成分を除去あるいは抽出することができ、また演算コストも大幅に軽減できる。

【 0 1 5 6 】

(B) 第 2 の実施形態

次に、本発明のエコーキャンセラの第 2 の実施形態について図面を参照しながら説明する。 10

【 0 1 5 7 】

例えば、ハンズフリー通話装置用の音響エコーキャンセラに適用した場合を例示する。このような場合、エコー経路の初期遅延部分は、上述したようにパソコン動作などの機械的な動作で前触れなく変動することが多く、遅延量の変化が極めて急峻である。

【 0 1 5 8 】

実際には、このような遅延量の変化のほかにも、種々のエコー経路の変動要素がある。例えば、音響エコー経路では、通話を行なっている近端話者自体の動きを考慮する必要がある。なぜなら、近端話者はハンズフリー通話を行なっている間、身じろぎなどをするのは通常であり、これを受けてエコー経路の散乱応答時間部分が変動することも珍しくない 20

【 0 1 5 9 】

第 2 の実施形態は、このような事実に鑑みたものである。

【 0 1 6 0 】

(B - 1) 第 2 の実施形態の構成

図 6 は、第 2 の実施形態のエコーキャンセラ及びその周辺構成を示す構成図である。

【 0 1 6 1 】

第 2 の実施形態が、第 1 の実施形態と異なる点は、初期遅延推定部 4 の代わりに遅延および適応フィルタ長推定部 20 を備える点と、ADF 3 の代わりに ADF 21 を備える点である。 30

【 0 1 6 2 】

遅延および適応フィルタ長推定部 20 は、 R_{in} から信号 $x(n)$ と、 S_{in} からエコー信号 $y_1(n)$ とを入力して、エコー経路の初期遅延を推定すると共に、適応フィルタ (ADF) 21 の有効タップ長 (有効フィルタ長) を推定するものである。

【 0 1 6 3 】

遅延および適応フィルタ長推定部 20 は、遠端からの音声信号が到来するたびに、エコー経路の初期遅延及び適応フィルタ 21 の有効タップ長を計算する。これにより、常時正しいエコー経路の初期遅延及び推定エコー経路が求まる。

【 0 1 6 4 】

適応フィルタ 21 は、予め全体のタップ長 (フィルタ長) が設けられており、遅延および適応フィルタ長推定部 20 から推定されたタップ長を受け取り、このタップ長の適応フィルタとして動作するものである。 40

【 0 1 6 5 】

図 7 は、第 2 の実施形態の遅延および適応フィルタ長推定部 20 の内部構成を示す内部構成図である。

【 0 1 6 6 】

第 2 の実施形態の遅延および適応フィルタ長推定部 20 が、第 1 の実施形態の初期遅延推定部 4 と異なる点は、遅延量判定部 1b の代わりに遅延量およびタップ長判定部 22 を備える点である。

【 0 1 6 7 】

遅延量およびタップ長判定部 22 は、第 1 の実施形態のエコー経路の初期遅延を推定すると共に、遅延推定参照信号発生タイミング若しくはこの遅延推定参照信号の成分除去のタイミングと、推定済みの初期遅延とに基づいて、エコー散乱時間をカバーする適応フィルタの有効フィルタ長（タップ長）を求めるものであり、このフィルタ長を ADF 21 に与えるものである。

【0168】

(B-2) 第 2 の実施形態の動作

次に、第 2 の実施形態のエコーキャンセラにおける処理の動作について図面を参照しながら説明する。

【0169】

第 2 の実施形態では、遅延および適応フィルタ長推定部 20 が備える遅延量およびタップ長判定部 22 の処理動作が、第 1 の実施形態の動作と異なる。そのため、以下では、遅延および適応フィルタ長推定部 20 の処理動作を中心に説明する。

【0170】

なお、図 6 及び図 7 で、図 1 及び図 3 で付した番号と同じ番号を付した構成要件の処理動作は、第 1 の実施形態と同じであるから割愛する。

【0171】

図 6 において、遅延および適応フィルタ長推定部 20 は、第 1 の実施形態と同様にして、エコー経路の初期遅延を推定し、この推定した遅延量 T_{id} を遅延付与部 2 に与える。

【0172】

また、遅延および適応フィルタ長推定部 20 は、ADF 21 のタップ長（すなわち有効フィルタ長）を計算して ADF 21 に与える。

【0173】

以下では、特に遅延および適応フィルタ長推定部 20 によるタップ長の推定処理を説明する。図 8 は、タップ長推定の説明図である。

【0174】

図 8 において、遅延量及びタップ長推定部 22 は、 t_{xoff} を検出すると、図 8 (c) のように、次にスイッチ 177 が閉じられた時刻 t_{xon} から、エコー信号から抽出された第 i 周波数成分の信号レベルを計算するものである。

【0175】

この信号レベルの計算方法としては、種々の方法を適用することができ、例えば、入力サンプルの絶対値の平均を計算する方法を適用しても良いし、又 VAD 19 で説明したように、平滑定数を用いた巡回式を用いて平滑レベルを計算する方法を適用するようにしても良い。

【0176】

また、遅延量及びタップ長推定部 22 は、時刻 t_{xon} から T_{id} 相当の時刻サンプルまでの第 i 周波数成分の信号レベル lv_h を計算して保持する（図 8 (E) 参照）。

【0177】

次に、遅延量及びタップ長推定部 22 は、時刻 t_{xon} から T_{id} 相当の時刻サンプル時点の時刻を T_{lv_h} とする。また、遅延量及びタップ長推定部 22 は、時刻 t_{xon} から T_{lv_h} までの期間で計算したレベルから、式 (10) を満たすようなタップ長終点レベル lv_l にエコー信号のレベルが降下する時刻 T_{lv_l} を検出する。

【0178】

$$\text{判定閾値} = 20 \cdot \log(lv_l / lv_h) \quad \dots (10)$$

第 2 の実施形態では、判定閾値を「-40 (dB)」としがこれに限定されるものではない。

【0179】

式 (10) は、 lv_l が lv_h よりもレベルで 40 dB 降下した点を判定することを表している。すなわち、 lv_l は、図 4 に示したエコー経路の初期遅延部分が終わり

10

20

30

40

50

、散乱応答部分 T_{ds} に達し、なおかつ、散乱応答の大部分（例えば 40 dB 相当分）が終わったことを意味する。

【0180】

次に、遅延量およびタップ長判定部 22 は、 T_{lv_h} と T_{lv_l} との時間差（相当サンプル差）に基づいて式（11）に従って有効タップ長 LOC を計算し、ADF 21 に出力する。

【0181】

$$LOC = T_{lv_l} - T_{lv_h} \quad \dots (11)$$

ADF 21 は、入力されたタップ長 LOC に従い、予め余裕を持って実装された全体フィルタ長 L のうち、フィルタ長 LOC を用いて、前述した NLM S 等アルゴリズムを用いた適応フィルタ動作を行って、擬似エコー信号 $y'(n)$ の作成を行う。

【0182】

第 2 の実施形態では、 $L = 512$ としたがこれに限定しない。したがって、選択フィルタ長 LOC と全体フィルタ長 L の関係は式（12）のようであり、もし式（11）で計算した LOC が L 以上であったときには LOC は L を上限に制限されたあと、ADF 21 に出力される。

【0183】

$$LOC = L \quad \dots (12)$$

したがって、このとき ADF 21 はタップ長 L の適応フィルタとして動作してエコーキャンセルを行う。

【0184】

（B-3）第 2 の実施形態の効果

以上のように、第 2 の実施形態によれば、第 1 の実施形態の効果に加えて、遅延量およびタップ長判定部 22 が ADF 21 の有効タップ長も推定することができ、ADF が全体フィルタ長のうち推定されたタップ長を用いて擬似エコー信号を作成することにより、ADF 21 のタップを有効に機能させることができ、適切にフィルタ長を小さくすることができる。

【0185】

また、第 2 の実施形態は、例えば、ハンズフリー通話装置用の音響エコーキャンセラに適用した場合に、実際に生じ得るエコー経路の変動要素にも対処できるようにした。つまり、ADF 21 のタップ長は短いほうが収束速度が速いことから、純粹遅延 T_{id} 分のタップは遅延量およびタップ長判定部 22 が補償し、エコー散乱時間 T_{ds} の有効成分の部分を最小限に ADF 21 が受け持ってエコーを除去できる。

【0186】

また、第 2 の実施形態によれば、エコー経路の初期遅延の変動があった場合や、近端話者の動きによってエコー経路の散乱応答部分が変化した場合でも、演算コストを小さく抑えたまま、エコーキャンセラのエコー打消し追従速度が高速にできるため、消費電力も小さく、エコー打消し性能にも優れたエコーキャンセラを実現できる。

【0187】

（C）第 3 の実施形態

次に、本発明のエコーキャンセラの第 3 の実施形態について図面を参照しながら説明する。

【0188】

第 1 及び第 2 の実施形態では、時間 / 周波数変換と周波数 / 時間変換に用いる周波数を固定の周波数として説明した。

【0189】

しかし、実際のところ、遠端話者は声質がさまざまであるから、遠端話者の音声周波数成分もさまざまであり、必ずしも事前設定した固定の周波数で時間 / 周波数変換と周波数 / 時間変換して作成した遅延推定参照信号 $x_{ref}(n)$ が、実際の遠端話者の音声信号の周波数成分にうまくマスクされる範囲に入らないことも考えられる。

10

20

30

40

50

【 0 1 9 0 】

そこで、第3の実施形態では、上記問題にも対応できるように、時間/周波数変換と周波数/時間変換に用いる周波数を自動的に設定できるようにする。

【 0 1 9 1 】

(C - 1) 第3の実施形態の構成

図9は、第3の実施形態のエコーキャンセラ及び周辺構成の構成を示す構成図である。

【 0 1 9 2 】

第3の実施形態が第2の実施形態と異なる点は、遅延量及び適応フィルタ長推定部20に代えてパラメータ推定部30を備える点である。

【 0 1 9 3 】

図10は、第3の実施形態のパラメータ推定部30の内部構成を示す内部構成図である。

【 0 1 9 4 】

図10のパラメータ推定部30が、図7の遅延量及び適応フィルタ長推定部20の内部構成と異なる点は、新たに周波数決定部31を備える点である。それ以外の構成要素は第1及び第2の実施形態と同じであるので、ここでの詳細な説明を省略する。

【 0 1 9 5 】

周波数決定部31は、 R_{in} から信号 $x(n)$ とVAD19から音声検出信号 V とを入力して、後述する特定周波数 f_1 を決定するものである。また、周波数決定部31は、後述する計算方法により特定周波数 f_1 の角速度 ω を、受信側DFT172及び受信側逆DFT175と、送信側DFT181及び送信側逆DFT183とに与えるものである。

【 0 1 9 6 】

(C - 2) 第3の実施形態の動作

次に、第3の実施形態のエコーキャンセラにおける処理の動作について図面を参照しながら説明する。

【 0 1 9 7 】

以下では、パラメータ推定部30が備える周波数決定部31の処理動作を中心に説明する。それ以外の構成要素の処理動作は、第1及び第2の実施形態と同じであるのでここでの詳細な説明は省略する。

【 0 1 9 8 】

周波数決定部31は、VAD19から音声信号検出信号 V を入力する。周波数決定部31は、入力された遠端の音声信号のうち、周波数成分が最も強い周波数 f_1 を計算する。

【 0 1 9 9 】

ここで、周波数 f_1 の計算方法としては、種々の方法を適用することができるが、例えば、特許文献3に記載されている方法を適用することができ、入力された信号のうち最もパワーの強い成分を計算する方法を適用することができる。

【 0 2 0 0 】

なお、特許文献3では、入力信号中の最もパワーの強い周波数成分 f_1 の検出後、さらにこの検出した周波数成分 f_1 が呼制御信号やFAX信号のいずれかに相当するかどうかを推定している。しかし、第3の実施形態では、その周波数成分 f_1 を検出できればよいので、その周波数成分 f_1 がどのような信号であるかの推定を行わずに適用できる。

【 0 2 0 1 】

また、周波数決定部31は、周波数成分 f_1 を検出した後、式(13)に従って角速度 ω を求める。

【 0 2 0 2 】

$$\omega = 2\pi f_1 + \dots \quad (13)$$

第3の実施形態では、非特許文献1の「文献Aの5.5 臨界帯域幅」で開示されている周波数マスキングの効果がよく発揮される周波数臨界帯域幅内に参照信号周波数が形成されるべく、 $\omega = 0.15$ (rad/sec)としたが、これに限定されるものでない。

10

20

30

40

50

【0203】

ただし、周波数マスキング効果の有効性から は式(14)の関係であることが望ましい。

【0204】

$$0 < \quad 0.2 \quad \dots (14)$$

周波数決定部31は、VAD19から音声ありを示す音声検出信号Vを出力する期間と、それに続くしばらくの期間T_{hold}だけ、式(13)で計算した を、受信側DFT172及び受信側逆DFT175と、送信側DFT181及び送信側逆DFT183とに与えるものである。

【0205】

この期間T_{hold}を設けたのは、送信側に入力されるエコー信号がエコー経路の遅延を受けて入力されるため、これを考慮したからである。また、第3の実施形態では、T_{hold}を0.5secとしたがこれに限定されるものではない。

【0206】

従って、 は、音声検出期間 + T_{hold}の期間の間だけ周波数決定部31から出力される。

【0207】

受信側DFT172及び受信側逆DFT175と、送信側DFT181及び送信側逆DFT183とは、 を用いて前述のようにデジタルフーリエ変換とその逆変換を用いて、各々時間/周波数変換と、周波数/時間変換とを行うが、その変換の様子は第1の実施形態で説明したので、ここでの説明は省略する。

【0208】

(C-3) 第3の実施形態の効果

以上のように、第3の実施形態によれば、第1及び第2の実施形態の効果に加えて、時間/周波数変換と周波数/時間変換とに用いる周波数を自動的に設定することができるので、利用者が の選択に関する事前知識や経験による機器の初期設定をしなくても自動的に最適な の値を設定することができる。

【0209】

その結果、エコー経路の初期遅延及び適応フィルタのフィルタ長を最適に推定することができるので、エコー経路の初期遅延変動や散乱応答の変動に追従できるエコーキャンセラを提供できる。

【0210】

(D) 他の実施形態

第1～第3の実施形態では、txoffを検出するのに、打ち消し用トーン信号レベルの急降下点をレベル検出して計算するようにしたが、これに代えて、タイミング制御部1aからのスイッチ177OFFの時刻を直接用いるようにしても良い。その際には、受信側のレベル計算処理と長期平均、短期平均によるx'sw(i)の降下点検出を省くことができ、装置規模、ソフトウェア規模をさらに小さくすることができる。

【0211】

第3の実施形態では、第2の実施形態の遅延及び適応フィルタ長推定部に周波数決定部を設けた場合を例示したが、第1の実施形態の初期遅延推定部に周波数決定部を設けても同様の効果を奏する。

【符号の説明】

【0212】

- 1 ... エコーキャンセラ、
- 2 ... 遅延付与部、
- 3 及び 2 1 ... ADF、
- 4 ... 初期遅延推定部、
- 5 ... 音声出力ドライバ、
- 6 ... 受信データ途切れ緩衝用蓄積バッファ、
- 7 ... デジタル/アナログ変換器(D/A)、
- 8 ... サウンドボード、
- 9 ... スピーカ出力端子、
- 10 ... スピーカ、
- 11 ... マイクロフォン、
- 12 ... マイク端子、
- 13 ... アナログ/デジタル変換器(A/D)、
- 14 ... 送信データ途切れ緩衝用蓄積バッファ、
- 15 ... 音声入力ドライバ、

10

20

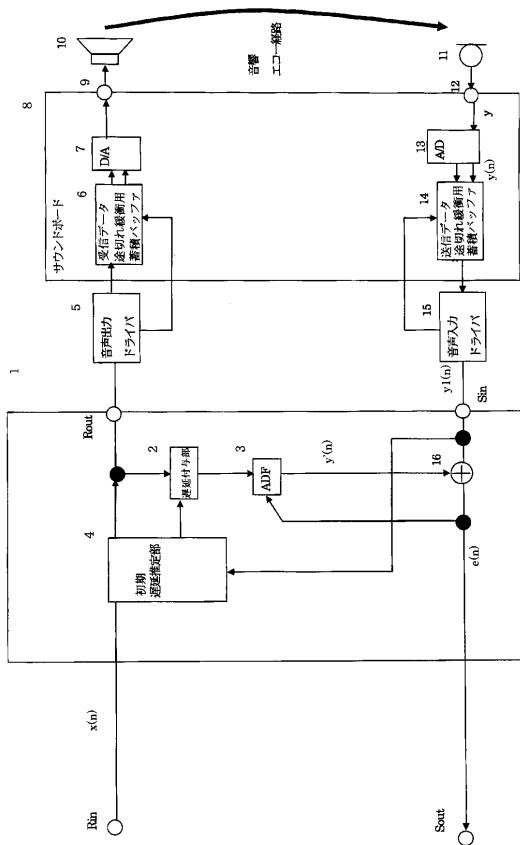
30

40

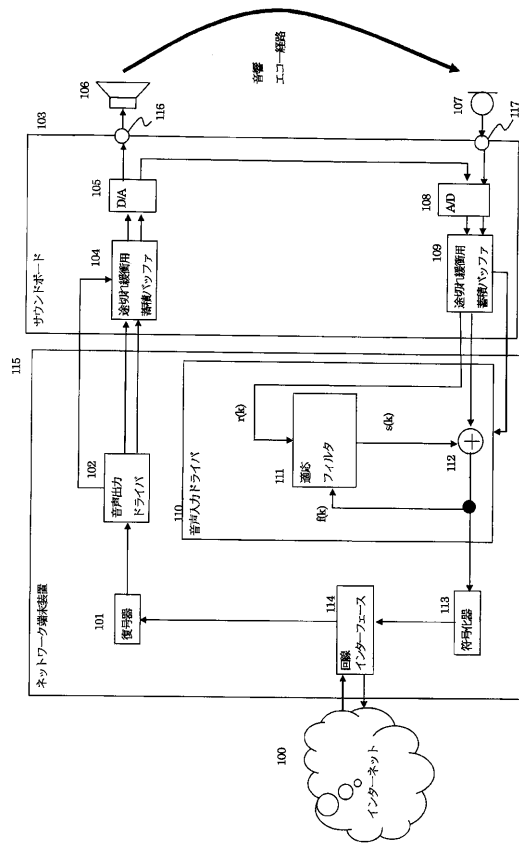
50

- 1 6 ... エコー打消し加算器、
- 2 0 ... 遅延及び適応フィルタ長推定部、
- 3 0 ... パラメータ推定部、
- 1 7 ... 特定周波数断続部、
 - 1 7 0 ... 受信側時間 / 周波数変換部、
 - 1 7 1 ... データ保持部、
 - 1 7 2 ... 受信側単成分デジタルフーリエ変換 (D F T) 部、
 - 1 7 3 ... 特定周波数成分保持部、
 - 1 7 4 ... 受信側周波数 / 時間変換部、
 - 1 7 5 ... 受信側単成分逆デジタルフーリエ変換 (逆 D F T) 部、
 - 1 7 6 ... 逆 D F T 正規化部、
 - 1 7 7 ... スイッチ、
 - 1 7 8 ... 純成分キャンセル加算器、
- 1 8 ... 送信側特定周波数波形再現部、
 - 1 8 0 ... 送信側時間 / 周波数変換部、
 - 1 8 1 ... 送信側単成分デジタルフーリエ変換 (D F T) 部、
 - 1 8 2 ... 特定周波数成分保持部、
 - 1 8 3 ... 送信側単成分逆デジタルフーリエ変換 (逆 D F T) 部、
 - 1 8 4 ... 送信側周波数 / 時間変換部、
- 1 9 ... 音声検出部 (V A D) 、
- 1 a ... タイミング制御部、
- 1 b ... 遅延量判定部、
- 2 2 ... 遅延量及びタップ長判定部、
- 3 3 ... 周波数決定部。

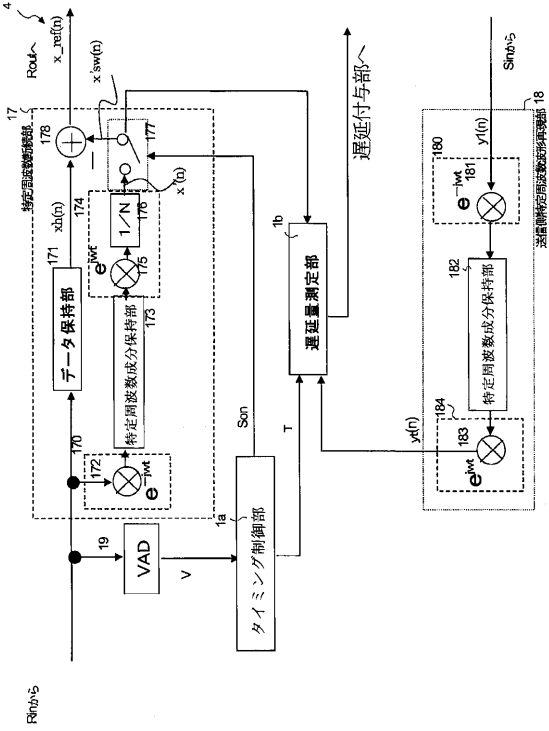
【図 1】



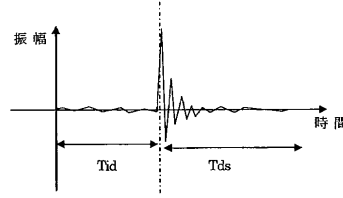
【図 2】



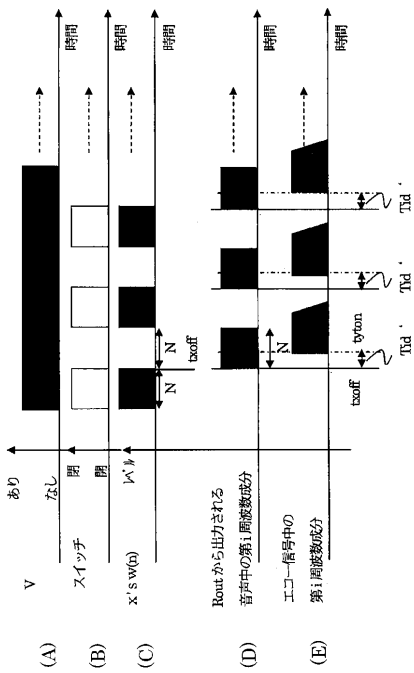
【 図 3 】



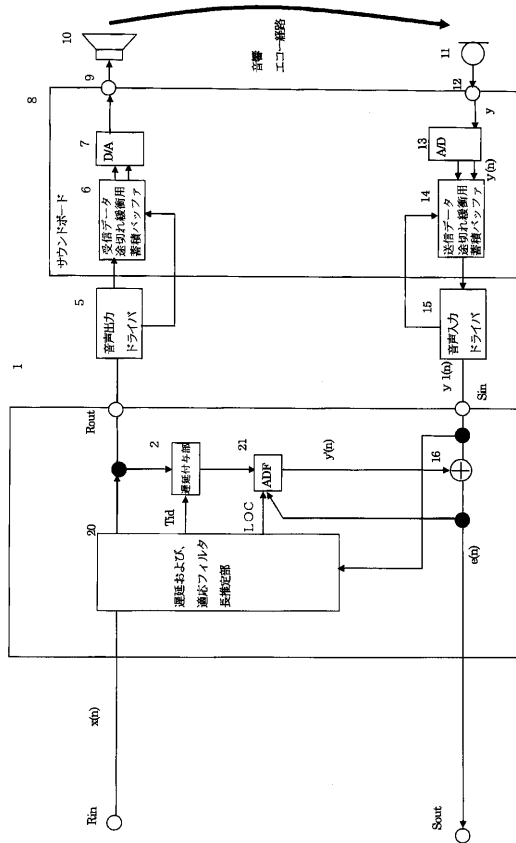
【 図 4 】



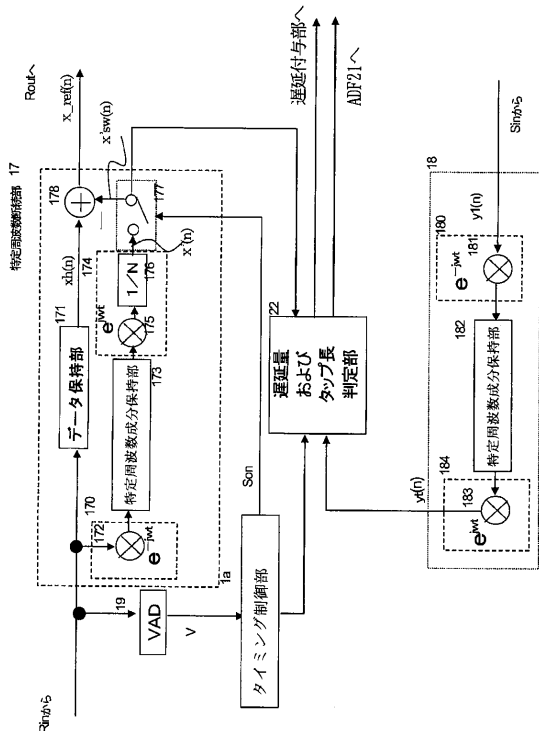
【 図 5 】



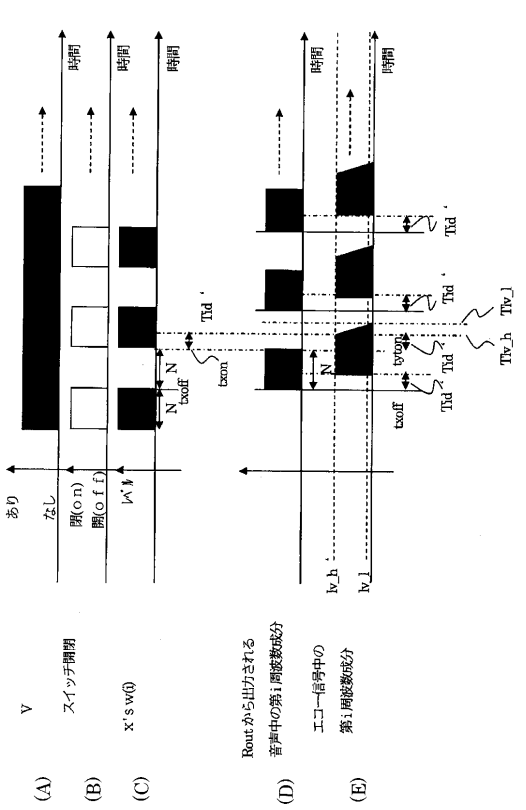
【 図 6 】



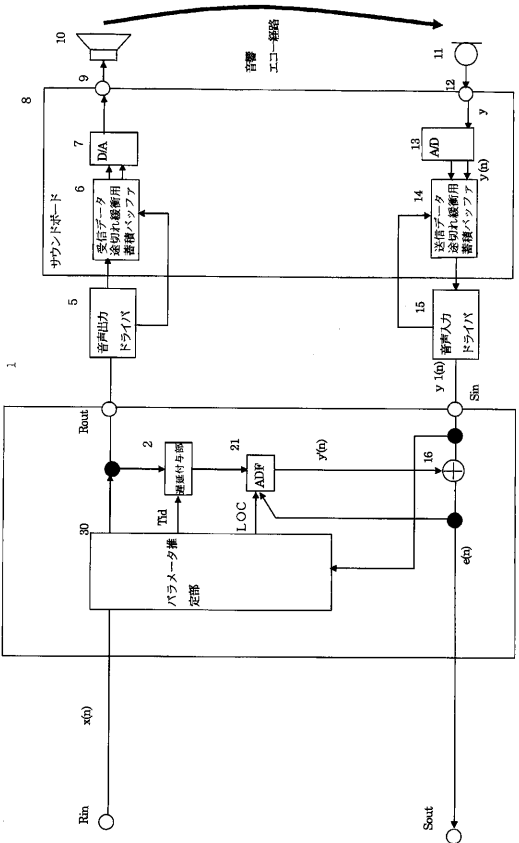
【 図 7 】



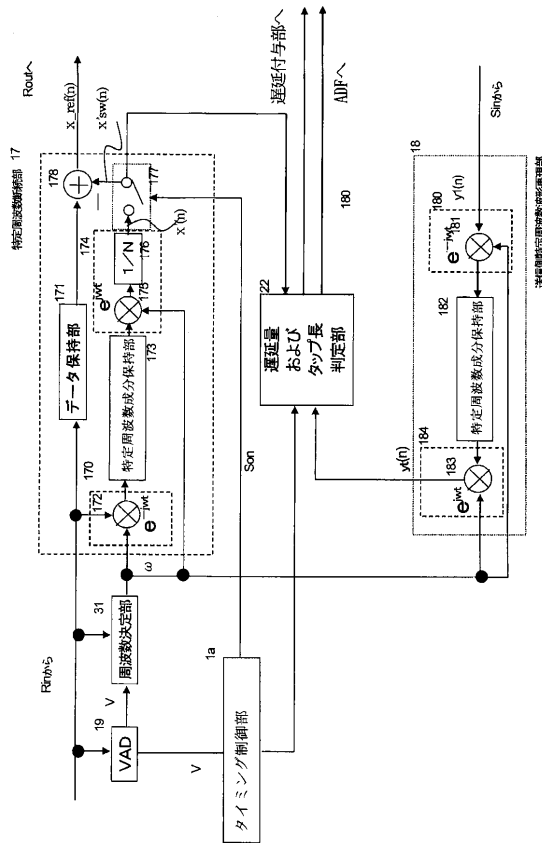
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2007-336364(JP,A)
特開2002-237785(JP,A)
特開2002-101022(JP,A)
特開2007-235874(JP,A)
特開2006-148375(JP,A)
特開2008-259032(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

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