

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4580508号
(P4580508)

(45) 発行日 平成22年11月17日(2010.11.17)

(24) 登録日 平成22年9月3日(2010.9.3)

(51) Int.Cl.

F I

G 1 0 L 21/02 (2006.01)
 G 1 0 L 11/00 (2006.01)
 H 0 3 H 17/00 (2006.01)
 H 0 3 H 21/00 (2006.01)
 H 0 4 B 3/20 (2006.01)

G 1 0 L 21/02 1 0 1 B
 G 1 0 L 11/00 1 0 1 E
 G 1 0 L 11/00 4 0 2 L
 H 0 3 H 17/00 6 0 1 N
 H 0 3 H 21/00

請求項の数 6 (全 16 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-162086 (P2000-162086)
 (22) 出願日 平成12年5月31日(2000.5.31)
 (65) 公開番号 特開2001-344000 (P2001-344000A)
 (43) 公開日 平成13年12月14日(2001.12.14)
 審査請求日 平成19年5月21日(2007.5.21)

(73) 特許権者 000003078
 株式会社東芝
 東京都港区芝浦一丁目1番1号
 (74) 代理人 100084618
 弁理士 村松 貞男
 (74) 代理人 100092196
 弁理士 橋本 良郎
 (74) 代理人 100091351
 弁理士 河野 哲
 (74) 代理人 100088683
 弁理士 中村 誠
 (74) 代理人 100070437
 弁理士 河井 将次

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 信号処理装置及び通信装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

一定時間長のフレームに分割されさらにこれらのフレームごとに複数の周波数帯域に分けられた信号を取り込み、当該周波数帯域ごとの信号のパワーを求め、この帯域パワーをもとに帯域別の雑音パワーを推定する雑音パワー推定手段と、

前記周波数帯域ごとにその帯域パワーと前記雑音パワー推定手段により推定された帯域別雑音パワーとの差を求め、これらの帯域別差を所定のしきい値と比較する比較手段と、

この比較手段により、周波数順に配列された前記各帯域別差のうち隣接する複数の帯域の帯域別差がしきい値を超えると判定された場合に、これらの帯域別差を所定の重み付けを行った上で加算する加算手段と、

この加算手段により得られた帯域別差の加算値に基づいて、前記入力信号について音声区間であるか雑音区間であるかを判定する判定手段とを具備したことを特徴とする信号処理装置。

【請求項 2】

一定時間長のフレームに分割されさらにこれらのフレームごとに複数の周波数帯域に分けられた信号を取り込み、当該周波数帯域ごとの信号のパワーを求め、この帯域パワーをもとに帯域別の雑音パワーを推定する雑音パワー推定手段と、

前記周波数帯域ごとにその帯域パワーと前記雑音パワー推定手段により推定された帯域別雑音パワーとの差を求め、これらの帯域別差を所定のしきい値と比較する比較手段と、

この比較手段により、周波数順に配列された前記各帯域別差のうち隣接する複数の帯域

の帯域別差がしきい値を超えると判定された場合に、これらの帯域別差を加算する加算手段と、

この加算手段により得られた帯域別差の加算値に基づいて、前記入力信号について音声区間であるか雑音区間であるかを判定する判定手段と
を具備したことを特徴とする信号処理装置。

【請求項 3】

前記加算手段は、各帯域別差に対し、周波数が高くなるに従い重みが小さくなるような重み付けを行うことを特徴とする請求項 1 記載の信号処理装置。

【請求項 4】

前記判定手段は、前記加算手段により得られた帯域別差の加算値に基づいて、前記入力信号について音声区間か、雑音区間か或いは両区間の中間領域である過渡区間かを判定することを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の信号処理装置。

【請求項 5】

送話入力信号を音声符号化部で符号化して送信する通信装置において、

前記送話入力信号を一定時間長のフレームに分割すると共に、これらのフレームの信号をそれぞれ複数の周波数帯域に分け、これらの周波数帯域ごとに雑音の抑圧処理を行うノイズキャンセラを具備し、

前記ノイズキャンセラは、

前記周波数帯域ごとに信号のパワーを求め、この帯域パワーをもとに帯域別の雑音パワーを推定する雑音パワー推定手段と、

前記周波数帯域ごとにその帯域パワーと前記雑音パワー推定手段により推定された帯域別雑音パワーとの差を求め、これらの帯域別差を所定のしきい値と比較する比較手段と、

この比較手段により、周波数順に配列された前記各帯域別差のうち隣接する複数の帯域の帯域別差がしきい値を超えると判定された場合に、これらの帯域別差を所定の重み付けを行ったのち加算する加算手段と、

この加算手段により得られた帯域別差の加算値に基づいて、前記入力信号について音声区間か雑音区間かの判定を行う判定手段と
を備えたことを特徴とする通信装置。

【請求項 6】

送話入力信号を音声符号化部で符号化して送信する通信装置において、

前記送話入力信号を一定時間長のフレームに分割すると共に、これらのフレームの信号をそれぞれ複数の周波数帯域に分け、これらの周波数帯域ごとに雑音の抑圧処理を行うノイズキャンセラを具備し、

前記ノイズキャンセラは、

前記周波数帯域ごとに信号のパワーを求め、この帯域パワーをもとに帯域別の雑音パワーを推定する雑音パワー推定手段と、

前記周波数帯域ごとにその帯域パワーと前記雑音パワー推定手段により推定された帯域別雑音パワーとの差を求め、これらの帯域別差を所定のしきい値と比較する比較手段と、

この比較手段により、周波数順に配列された前記各帯域別差のうち隣接する複数の帯域の帯域別差がしきい値を超えると判定された場合に、これらの帯域別差を加算する加算手段と、

この加算手段により得られた帯域別差の加算値に基づいて、前記入力信号について音声区間か雑音区間かの判定を行う判定手段と
を備えたことを特徴とする通信装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、デジタル自動車・携帯電話装置やデジタルコードレス電話機、デジタル有線電話装置等のように音声信号を符号化して伝送する通信装置に設けられるノイズキャンセラおよびこのノイズキャンセラを備えた通信装置に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

デジタル携帯電話装置では、一般に C E L P (Code Excited Linear Prediction) 方式等の低ビットレートの音声符号化方式が使用されている。この種の符号化方式を使用すると、背景雑音が比較的大きい環境下でも良好な音声通話を行なうことが可能である。なお、C E L P 方式の詳細については、M.R.Schroeder 氏とB.S.Atal氏の“Code-Excited Linear Prediction(C E L P):High-Quality Speech At Very Low Bit Rates” in Proc.ICASSP,1985.pp.937-939に述べられている。

【 0 0 0 3 】

しかし、鉄道のホームや幹線道路等のような高雑音環境下では、背景雑音は音声の明瞭感を著しく低下させる。このため、雑音を除去して音声のみを符号化に供するノイズキャンセラの研究が種々なされている。その一例として、米国で規格化された可変レート音声符号化方式である“Enhanced Variable Rate Codec, Speech Service Option 3 for Wideband Spread Spectrum Digital Systems”(TIA IS127)にオプションとして規定されたノイズキャンセラがある。

【 0 0 0 4 】

図9は、このTIA IS127において規定されたノイズキャンセラの機能ブロック図である。同図において、51は高速フーリエ変換部(F F T:fast Fourier transform)であり、このF F T 51にはフレーム化された送話信号が入力される。なお、フレーム化送話信号は、A / D変換された送話信号を例えば80サンプルのフレームに分割したのち、オーバーラップ分を含め128サンプルに整えることにより生成される。F F T 51は、上記フレーム化送話信号に対し高速フーリエ変換処理を行い、これにより例えば16帯域に周波数分割された変換係数が得られる。

【 0 0 0 5 】

F F T 51により得られた16帯域の変換係数は、帯域エネルギー推定部52に入力される。帯域エネルギー推定部52は、上記16帯域の変換係数のエネルギーを計算して、この帯域別エネルギーの算出値を帯域S N R推定部53及び雑音推定部54に入力する。雑音推定部54は、上記帯域別エネルギーの推定値をもとに雑音部分の帯域別エネルギーを推定し、この推定した帯域別雑音エネルギーを帯域S N R推定部53に与える。帯域S N R推定部53は、上記帯域別エネルギーの算出値と上記帯域別雑音エネルギーの推定値とをもとに、帯域別の信号エネルギーと雑音エネルギーとの対数値(S N R)を計算する。そして、この帯域別S N Rをボイスメトリック計算部55に与える。ボイスメトリック計算部55は、上記帯域別S N Rにその大きさに応じた重み係数を掛けたのちその総和を求めるもので、その算出結果がボイスメトリック(Voice metric)である。

【 0 0 0 6 】

帯域S N R修正部56は、上記ボイスメトリックがしきい値より小さい場合には音声が含まれないと判断して帯域S N Rを小さい値に修正し、帯域ゲイン計算部57に与える。帯域ゲイン計算部57は、上記修正されたS N Rをもとに各帯域の雑音抑圧量を決定し、乗算部61に与える。この結果乗算部61では、前記F F T 51から出力された16帯域の変換係数と上記帯域別の雑音抑圧量とが帯域別に乗算され、これにより帯域別に雑音抑圧された信号が出力される。そして、この帯域別に雑音抑圧された変換係数は、逆高速フーリエ変換部(I F F T)58において逆高速フーリエ変換され、これにより時間領域の信号に戻されて出力される。

【 0 0 0 7 】

なお、上記雑音エネルギーの更新は、スペクトル偏差推定部59及び雑音更新判定部60において更新の可否が判定された上で行われる。

【 0 0 0 8 】

すなわち、上記ノイズキセキャンセラでは、帯域別ノイズ抑圧量を送話信号のS N R、つまり信号のエネルギーと雑音エネルギーとの比をもとに決定している。また、音声が含まれるかどうかを判断するために、各帯域別S N Rを重み付け加算して求めた値であるボイスメ

10

20

30

40

50

リックを用いている。

【 0 0 0 9 】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、雑音 (Background Noise) は一般に定常と仮定されるが、屋外では変動する場合がある。特に、自動車が通り過ぎるときに発生する雑音のエネルギーは自動車の接近とともに大きくなる。この状態で送話音声が入力されると、音声と雑音とのエネルギー差が小さいため、抑圧後の音声を歪ませることがある。また、雑音のスペクトル形状と音声のスペクトル形状が似ている場合も、雑音エネルギーをもとに抑圧を行うと音声のスペクトルに干渉しやすくなるため、抑圧後の音声に歪みが発生する。

【 0 0 1 0 】

音声の検出に用いるボイスメトリックは、S N Rに重み係数を掛けてその総和をとったものであるため、突発的な雑音が入力した場合には音声と見なされやすい。

【 0 0 1 1 】

この発明は上記事情に着目してなされたもので、その目的は、突発的な雑音を音声として誤検出しないようにして音声 / 雑音区間の判定精度を高め、これにより例えば雑音を抑圧する場合に効果的な抑圧を可能にした信号処理装置及び通信装置を提供することである。

【 0 0 1 3 】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するためにこの発明は、周波数帯域ごとに信号のパワーを求め、この帯域パワーをもとに帯域別の雑音パワーを推定する雑音パワー推定手段と、上記周波数帯域ごとにその帯域パワーと上記雑音パワー推定手段により推定された帯域別雑音パワーとの差を求め、これらの帯域別差を所定のしきい値と比較する比較手段と、この比較手段により、周波数順に配列された前記各帯域別差のうち隣接する複数の帯域の帯域別差がしきい値を超えると判定された場合にのみ、これらの帯域別差を加算する加算手段と、この加算手段により得られた帯域別差の加算値に基づいて、上記入力信号について音声区間か雑音区間かの判定を行う判定手段とを具備したものである。

【 0 0 1 4 】

具体的には、上記加算手段は、各帯域別差に対し周波数が高くなるに従い重みが小さくなるような重み付けを行う。

【 0 0 1 5 】

また、上記判定手段では、加算手段により得られた帯域別差の加算値に基づいて、入力信号について音声区間か、雑音区間か或いは両区間の中間領域である過渡区間かを判定することも可能である。

【 0 0 1 6 】

したがってこの発明によれば、帯域の連続性を考慮して音声 / 雑音判定が行われるので、突発的な雑音を音声として誤検出しないようになり、これにより正確な音声 / 雑音判定を行うことが可能となる。

【 0 0 2 3 】

【発明の実施の形態】

図 1 は、この発明に係わるノイズキャンセラを備えたデジタル携帯電話装置の一実施形態を示す回路ブロック図である。

【 0 0 2 4 】

同図において、図示しない基地局から無線チャネルを介して送られた無線搬送波信号は、アンテナ 1 で受信されたのちアンテナ共用器 (D U P) 2 を介して受信回路 (R X) 3 に入力され、ここで周波数シンセサイザ (S Y N) 4 から出力された受信局発振信号とミキシングされて中間周波信号に周波数変換される。

そしてこの受信中間周波信号は、図示しない A / D 変換器においてサンプリングされたのちデジタル復調器 (D E M) 6 に入力される。

【 0 0 2 5 】

10

20

30

40

50

ディジタル復調器 6 は、上記ディジタル受信中間周波信号に対するフレーム同期およびビット同期を確立したうえで、ディジタル復調処理を行なう。この復調処理により得られたベースバンドのディジタル復調信号は、時分割多元接続回路 (T D M A) 8 に入力され、ここで各伝送フレームごとに自己宛てのタイムスロットが分離抽出される。なお、上記ディジタル復調器 6 において得られたフレーム同期及びビット同期に関する情報は制御回路 1 8 に入力される。

【 0 0 2 6 】

上記 T D M A 回路 8 から出力されたディジタル復調信号は、続いて誤り訂正符号復号回路 (C H - C O D) 9 に入力され、ここで誤り訂正復号されたディジタル復調信号は、音声復号回路 (D E C) 1 0 に入力されて音声復号処理され、これによりディジタル受話信号が再生される。このディジタル受話信号は、D / A 変換器 1 1 でアナログ受話信号に戻されたのち図示しない音声増幅器を介してスピーカ 1 2 に供給され、このスピーカ 1 2 から拡声出力される。

【 0 0 2 7 】

一方、話者の送話音声は、マイクロホン 1 3 で集音されて電気信号に変換されたのち A / D 変換器 1 4 に入力され、この A / D 変換器 1 4 で所定のサンプリング周期でサンプリングされてディジタル送話信号に変換される。このディジタル送話信号は、後述するノイズキャンセラ 1 7 に通されたのち音声符号化回路 (C O D) 1 6 に入力されて音声符号化される。

【 0 0 2 8 】

この音声符号化回路 1 6 から出力された符号化音声データは、制御回路 1 8 から出力された制御信号とともに誤り訂正符号復号回路 (C H - C O D) 9 に入力され、ここで誤り訂正符号化される。そして、この誤り訂正符号化されたディジタル送信信号は T D M A 回路 8 に入力される。この T D M A 回路 8 では、時分割多元接続 (T D M A) 方式に対応した伝送フレームが生成され、この伝送フレーム中の自装置に割り当てられたタイムスロットに上記ディジタル送信信号を挿入するための処理が行なわれる。この T D M A 回路 8 から出力されたディジタル送信信号は、続いてディジタル変調器 (M O D) 7 に入力される。

【 0 0 2 9 】

ディジタル変調器 7 では、上記ディジタル送信信号によりディジタル変調された送信中間周波信号が発生され、この送信中間周波信号は図示しない D / A 変換器によりアナログ信号に変換されたのち送信回路 (T X) 5 に入力される。なお、ディジタル変調方式としては、例えば / 4 シフト Q P S K (/ 4 shifted quadrature phase shift keying) 方式が使用される。

【 0 0 3 0 】

送信回路 5 では、上記変調された送信中間周波信号がまず周波数シンセサイザ 4 から出力された送信局部発振信号とミキシングされ、これにより通話チャネルに対応する無線搬送波周波数に変換される。そして、この無線変調波信号は、送信電力増幅器において制御回路 1 8 から制御信号 T C S により指示された所定の送信電力レベルに制御されたのち、アンテナ共用器 2 を介してアンテナ 1 から図示しない基地局へ向けて送信される。

【 0 0 3 1 】

なお、1 9 は操作パネル部であり、この操作パネル部 1 9 には発信キー、終了キー、ダイヤルキー、および各種機能キーを有するキー入力部と、液晶表示器 (L C D) や発光ダイオード (L E D) を有する表示部とが配設されている。

【 0 0 3 2 】

ところで、ノイズキャンセラ 1 7 は例えば D S P (Digital Signal Processor) により実現されるもので、その処理プログラムはノイズキャンセラ内のメモリ又は制御回路 1 8 に付属するメモリに格納されている。図 2 はこの処理プログラムにより実現される機能の構成を示すブロック図である。

【 0 0 3 3 】

A / D 変換器 1 4 から出力されたディジタル送話信号は、先ずフレーム分割部 2 1 に入力

10

20

30

40

50

される。フレーム分割部 2 1 は、上記デジタル送話信号を例えば 8 0 サンプルのフレームに分割したのち、ウィンドウがけを行うことによりフレーム端をオーバーラップさせ、これによりオーバーラップ分を含め 1 2 8 サンプルに整えられたフレームを出力する。そして、このデジタル送話信号フレームを高速フーリエ変換部 (F F T) 2 2 に入力する。

【 0 0 3 4 】

F F T 2 2 は、入力されたデジタル送話信号フレームに対し高速フーリエ変換処理を行い、これにより例えば低域から高域まで順に 1 6 帯域に周波数分割された変換係数を得る。なお、各帯域ごとの変換係数の数は同一でなくてもよい。

そして、この帯域分割された変換係数を、雑音抑圧処理用の乗算器 2 3 に入力すると共に帯域パワー計算部 2 6 に入力する。

10

【 0 0 3 5 】

帯域パワー計算部 2 6 は、各帯域ごとにエネルギー (変換変数の二乗平均値) を求めて対数を取り、帯域パワー $\text{channel_power}(m,k)$ を出力する。ただし、 m はフレーム番号、 k は帯域番号 ($k=0, \dots, 15$) である。そして、この帯域パワーを、後述する雑音リーク積分値更新部 3 2 及び帯域別ゲイン決定部 3 3 にそれぞれ入力すると共に、有意値計算部 2 7 に入力する。

【 0 0 3 6 】

有意値計算部 2 7 は、各帯域ごとに、後述する雑音リーク積分値更新部 3 2 から出力される雑音リーク積分値 $\text{noise_power}(m,k)$ と、上記帯域パワー $\text{channel_power}(m,k)$ との差 tmp を求め、これらの帯域別の差 tmp を所定のしきい値と比較する。そして、周波数順に配列された上記各帯域別の差 tmp のうち隣接する複数の帯域の帯域別差 tmp がしきい値を超えると判定された場合に、これらの帯域別差 tmp に所定の重み付けを行った上で相互に加算する。そして、この重み付け後の値 $\text{suby}(m,k)$ と、この suby の条件付総和を有意値 y として出力する。

20

【 0 0 3 7 】

図 3 は、この有意値計算部 2 7 の処理手順とその内容を示すフローチャートである。同図において、有意値計算部 2 7 は、先ずステップ 3 a でフレーム番号 m を 0 にリセットしたのち、ステップ 3 b でグループ番号 m をインクリメントすると共に、有意値 y 、帯域番号 k 、及びしきい値を越える帯域別差 tmp の連続数 flag をそれぞれ 0 に初期設定する。

【 0 0 3 8 】

次に有意値計算部 2 7 は、ステップ 3 c で帯域 $k=0$ について、その帯域パワーと雑音リーク積分値との差 tmp と、この帯域別差 tmp に対し重み付けを行った値 $\text{suby}(m,k)$ とをそれぞれ以下のように計算する。

$\text{tmp} = \text{channel_power}(m,k) - \text{noise_power}(m,k)$

$\text{suby}(m,k) = \{200 - (k-1)^2\} / 100 * (\text{tmp} - 1)$

ただし、 $\{200 - (k-1)^2\}$ は重み係数である。

【 0 0 3 9 】

そして、帯域 $k=0$ における上記帯域別差 tmp が算出されると、有意値計算部 2 7 はステップ 3 d でこの帯域別差 tmp をしきい値「 1 」と比較し、帯域別差 tmp がしきい値「 1 」を越えていると、音声である可能性があると判断してステップ 3 e 及びステップ 3 g を経てステップ 3 i に移行し、ここで連続数 $\text{flag} = 1$ に設定する。そして、ステップ 3 k で帯域番号 k をインクリメントして $k=1$ としたのち、ステップ 3 c に戻って今度は帯域 $k=1$ について同様の処理を実行する。

30

40

【 0 0 4 0 】

さて、この帯域 $k=1$ においても、前記帯域 $k=0$ に続き帯域別差 tmp がしきい値「 1 」を越えたとする。そうすると有意値計算部 2 7 は、既に $\text{flag} = 1$ であるためステップ 3 e からステップ 3 f に移行して、ここで

$y = y + \text{suby}(m,k-1)$

なる演算を行う。すなわち、前記帯域 $k=0$ における $\text{suby}(m,k-1)$ を有意値 y とする。そして、連続数 $\text{flag} = 2$ としたのち、ステップ 3 g を経てステップ 3 h に移行し、ここで

50

$y = y + \text{suby}(m, k)$

なる演算を行い、これにより前記帯域 $k=0$ における $\text{suby}(m, k-1)$ に、今回の帯域 $k=1$ で求めた $\text{suby}(m, k)$ を加算する。そして、ステップ3 kで帯域番号 k をさらにインクリメントして $k=2$ としたのち、ステップ3 cに戻って帯域 $k=2$ についての処理を実行する。

【0041】

以後同様に、隣接する帯域 $k=2$, $k=3$, $k=4$, ...の帯域別差 tmp がしきい値「1」を越えるごとに、その帯域の $\text{suby}(m, k)$ が一つ前の帯域までに得られた有意値 y に順次加算され、これにより帯域別差 tmp の重み付け加算値 y が求められる。

【0042】

なお、いずれかの帯域 $k=i$ において、帯域別差 tmp がしきい値「1」以下になると、有意値計算部27はステップ3 dからステップ3 jに移行してここで flag を0にリセットする。

10

【0043】

そうして、1フレームを構成する16個すべての帯域 $k=0 \sim k=15$ についての処理が終了すると、有意値計算部27はステップ3 mからステップ3 nに移行して、ここで上記有意値 y と、各帯域ごとに算出した重み付け後の帯域別差 $\text{suby}(m, k)$ ($k=0, 1, \dots, 15$)をそれぞれ出力する。

【0044】

かくして、各フレームごとに、しきい値が「1」を越える連続する複数の帯域の帯域別差 tmp の重み付け加算値 y が求められ、この重み付け加算値 y が後述する音声重み計算部28における音声重みの計算、つまりそのフレームが音声フレームであるか雑音フレームであるか、さらにはその中間の過渡域フレームであるかの判定に供される。すなわち、ただ1つの帯域のみで帯域別差 tmp がしきい値「1」を越えた場合には、これは雑音と見なされて排除され、上記音声重み計算部28における音声/雑音/過渡域の判定には供されない。

20

【0045】

上記有意値計算部27から重み付け加算値 y が供給されると、音声重み計算部28では雑音抑圧ゲインの決定に用いる音声重み sp の計算が行われる。音声重み sp は、1フレーム中に音声が含まれる度合いを0 sp 6の範囲で表す数値であり、前記重み付け加算値 y から計算される。なお、 $\text{sp} = 0$ は雑音区間、 $\text{sp} = 6$ は音声区間を表す。

30

【0046】

図4は、この音声重み計算部28における音声重み sp の計算手順とその処理内容を示すフローチャートである。

音声重み計算部28は、先ずステップ4 aでフレーム番号 m を0にリセットしたのち、ステップ4 bでグループ番号 m をインクリメントする。次に、ステップ4 cで上記重み付け加算値 y を任意のしきい値「13」と比較し、 $y < 13$ であれば雑音フレームと判断してステップ4 dに移行し、ここで音声重み sp を

$\text{sp}(m) = \text{sp}(m-1) - 0.5$

に設定する。一方、 $y \geq 13$ だった場合には、ステップ4 eに移行してここで

$z = (y - 13) * 1.5 + 1$

40

を計算する。すなわち、 y をもとに音声重み z を1～6の範囲で仮に設定する。

【0047】

続いて音声重み計算部28は、ステップ4 fにおいて $\text{sp}(m-1) \geq 0.5$ を判定する。すなわち、1フレーム前の音声重み $\text{sp}(m-1)$ が雑音フレームだったかどうかを判定する。そして、雑音フレームだった場合にはステップ4 gに移行し、ここで現フレームの音声重み $\text{sp}(m)$ を上記 z に設定する。これに対し、1フレーム前の音声重み $\text{sp}(m-1)$ が雑音フレームではなかった場合には、ステップ4 hに移行してここで $z > \text{sp}(m-1) + 0.5$ を判定し、 $z > \text{sp}(m-1) + 0.5$ であればステップ4 iで現フレームの音声重み $\text{sp}(m)$ を $\text{sp}(m-1) + 0.5$ に設定する。一方、 $z > \text{sp}(m-1) + 0.5$ でなければ、ステップ4 jに移行してここで $z > \text{sp}(m-1) - 0.5$ を判定し、 $z > \text{sp}(m-1) - 0.5$ であればステップ4 kで現フレームの音声重み $\text{sp}(m)$ を $\text{sp}(m-1) - 0.5$ に設定する。

50

-1) - 0.5に設定する。また、 $z > sp(m-1) - 0.5$ でもない場合には、ステップ 4 mに移行してここで現フレームの音声重みを $sp(m) = \text{MIN}(sp(m), 6)$ 又は $sp(m) = \text{MAX}(sp(m), 0)$ に設定する。

【 0 0 4 8 】

すなわち、上記ステップ 4 f からステップ 4 mにおいて、現フレームで算出した仮の音声重み z が、1つ前のフレームで設定した音声重み $sp(m-1)$ を考慮して補正される。したがって、このように求めた音声重み $sp(m)$ を使用することで、フレーム間の連続性を考慮した音声 / 雑音 / 過渡域の判定が可能となる。

【 0 0 4 9 】

上記音声重み計算部 2 8 により求められた音声重み $sp(m)$ は、ステップ 4 nにおいて出力され、雑音最小値推定部 2 9 及び帯域別ゲイン決定部 3 3 に入力される。

10

【 0 0 5 0 】

雑音最小値推定部 2 9 は、上記音声重みが $sp = 0$ となる 1 0 0 フレームの期間ごとに、各帯域における雑音のリーク積分値 $\text{noise_power}(m, k)$ の最小値を調べる。そして、この最小値を次の 1 0 0 フレームの期間において、雑音最小値 $\text{noise_min}(m, k)$ として使用する。またそれと共に、各帯域の雑音最小値の帯域間平均値 min_all を求める。

【 0 0 5 1 】

図 5 及び図 6 は、この雑音最小値推定部 2 9 において実行される最小値推定処理の手順と内容を示すフローチャートである。

同図において、雑音最小値推定部 2 9 は先ずステップ 5 a で、フレーム番号 m を $m = 0$ にリセットすると共に、フレームカウンタの値を $fc = 96$ に、雑音最小値を $\text{noise_min}(k) = 36$ に、帯域を $k = 0, \dots, 15$ にそれぞれ初期設定し、さらに $\text{noise_min}(k)_h(k) = \text{MAX}(\text{noise_power}(m, 2k), \text{noise_power}(m, 2k+1))$, $k=0, \dots, 7$ に、雑音最小値の帯域間平均 min_all を

20

$$\text{min_all} = \sum_{n=0}^7 \text{noise_min}(k)_h(n) / 8$$

にそれぞれ初期設定する。

30

【 0 0 5 2 】

次に雑音最小値推定部 2 9 は、ステップ 5 b でフレーム番号 m をインクリメントしたのち、ステップ 5 c で上記音声重みが $sp = 0$ であるか否か、つまり雑音フレームであるか否かを判定する。そして、雑音フレームであれば、ステップ 5 b に戻ってフレーム番号 m をインクリメントし、上記ステップ 5 c による雑音フレームの判定を行う。すなわち、上記ステップ 5 b 及びステップ 5 c により音声フレーム又は過渡域フレームの検出が行われる。

【 0 0 5 3 】

さて、音声フレーム又は過渡域フレームが検出されると、雑音最小値推定部 2 9 はステップ 5 d に移行してここでフレームカウンタ fc をインクリメントすると共に、帯域 $k=0$ を選択する。そして、ステップ 5 e で

40

$x = \text{MAX}(\text{noise_power}(m, 2k), \text{noise_power}(m, 2k+1))$

に設定したのち、ステップ 5 f に移行して $\text{noise_min}(k)_h(k) > x$ であるか否か判定し、 $\text{noise_min}(k)_h(k) > x$ であればステップ 5 g に移行してここで雑音最小値を $\text{noise_min}(k)_h(k) = x$ に設定する。そして、ステップ 5 h に移行する。

【 0 0 5 4 】

これに対し $\text{noise_min}(k)_h(k) > x$ でなければ、そのままステップ 5 h に移行して次の帯域 $k=1$ を選択し、帯域 $k=8$ に達するまでは上記ステップ 5 e ~ ステップ 5 g による雑音最小値 $\text{noise_min}(k)_h(k)$ の設定処理を繰り返す。

【 0 0 5 5 】

そして、帯域 $k=8$ に達すると、雑音最小値推定部 2 9 はステップ 5 j でフレームカウンタ

50

f c が 1 0 0 に達したか否かを判定する。そして、1 0 0 フレームに達するまではステップ 5 b に戻って次のフレームを選択し、この選択したフレームについて上記ステップ 5 c ~ ステップ 5 i による処理を繰り返す。

【 0 0 5 6 】

一方、上記 1 0 0 フレームに対する処理を終了すると、雑音最小値推定部 2 9 は図 6 に示すステップ 6 a に移行し、ここで雑音最小値の帯域間平均 min_all を

$$\min_all = \sum_{n=0}^7 \text{noise_min}(k)_h(n) / 8$$

10

により求める。

【 0 0 5 7 】

またそれと共に、noise_min(0) 及び noise_min(1) をそれぞれ

noise_min(0) = noise_min_h(0)

noise_min(1) = 0.75 noise_min_h(0) + 0.25 noise_min_h(1)

とすると共に、帯域を k=1 とする。

【 0 0 5 8 】

さらに雑音最小値推定部 2 9 は、ステップ 6 b に移行してここで、先に帯域 k=0 ~ k=7 について求めた 8 個の雑音最小値をもとに、残りの帯域 k=8 ~ k=15 について雑音最小値を

20

noise_min(2k) = 0.75 noise_min_h(k) + 0.25 noise_min_h(k-1)

noise_min(2k+1) = 0.75 noise_min_h(k) + 0.25 noise_min_h(k+1)

のように算出する。

【 0 0 5 9 】

そして、以上の演算が終了すると、雑音最小値推定部 2 9 はステップ 6 d からステップ 6 e に移行し、ここで

noise_min(14) = 0.75 noise_min_h(7) + 0.25 noise_min_h(6)

noise_min(15) = noise_min_h(7)

を算出する。

【 0 0 6 0 】

30

すなわち、雑音最小値推定部 2 9 は、上記ステップ 6 a ~ ステップ 6 e において 8 個の min_all をもとに 16 個の min_all を補間している。

【 0 0 6 1 】

そうして 16 個の min_all を算出すると、雑音最小値推定部 2 9 はステップ 6 f において、フレームカウンタ f c を 0 にリセットすると共に、雑音最小値を noise_min_h(k)=36 に、また帯域を k=0, ..., 7 に設定し直す。そして、ステップ 6 g において、先に算出した雑音最小値の帯域間平均値 min_all、及び雑音最小値 noise_min(m, k), k=0, ..., 15 を出力したのち、ステップ 5 b に戻って次のフレーム m=m+1 について同様の雑音最小値及びその帯域間平均値の算出処理を繰り返す。

【 0 0 6 2 】

40

また、更新判定部 3 1 および雑音リーク積分値更新部 3 2 では、雑音のリーク積分値 noise_power(m, k) の更新処理が行われる。すなわち、更新判定部 3 1 は、y < 1 5 のときに更新可、それ以外のときには更新不可とする。更新可のとき雑音リーク積分値更新部 3 2 は、雑音パワー noise_power を例えば、

noise_power(m+1, k) = noise_power(m, k) * 0.9 + channel_power(m, k) * 0.1, k=0, ..., 15

のように更新する。

【 0 0 6 3 】

帯域別ゲイン決定部 3 3 は、前記帯域パワー計算部 2 6 から出力された帯域パワー channel_power(m, k)、雑音リーク積分値更新部 3 2 から出力された雑音パワー noise_power(m, k)、音声重み計算部 2 8 から出力された音声重み sp(m, k)、及び雑音最小値推定部 2 9 から

50

出力された雑音最小値 $\text{noise_min}(m,k)$ をもとに、帯域別ゲイン $\text{gain}(m,k)$ を決定する。

【 0 0 6 4 】

先ず雑音リーク積分値 $\text{noise_power}(m,k)$ の帯域平均値 noise_all を、

15

$$\text{noise_all} = \sum_{k=0} \text{noise_power}(m,k) / 16$$

により求める。

【 0 0 6 5 】

10

続いて、帯域パワー $\text{channel_power}(m,k)$ の帯域最低値 min_band 、及び雑音最小値 $\text{noise_min}(m,k)$ の帯域最大値 max_band をそれぞれ、

$\text{min_band} = \text{MIN}(\text{channel_power}(m,k), k=2, \dots, 11)$

$\text{max_band} = \text{MAX}(\text{noise_power}(m,k), k=0, \dots, 15)$

により求める。

【 0 0 6 6 】

次に、帯域共通の調整値 md を

$\text{md} = (\text{noise_all} - \text{min_all}) * (1 - \text{sp}/6) + (\text{min_band} - \text{max_band}) * \text{sp}/6$

により決定する。この式によると、

$\text{sp}=0$ すなわち雑音区間のとき、 $\text{md} = \text{noise_all} - \text{min_all}$

20

$\text{sp}=6$ すなわち音声区間のとき、 $\text{md} = \text{min_band} - \text{max_band}$

となり、過渡域はこれらの中間の値をとることがわかる。

【 0 0 6 7 】

雑音フレームの場合、及び音声フレームの場合の周波数対パワー特性の一例を、それぞれ図7及び図8に示す。

雑音フレームでは、図7に示すように、帯域パワーは雑音最小値に近くなる。

雑音最小値に調整値を加えた値は、雑音最小値のスペクトル特性はそのまま平均値が雑音パワーの平均値 noise_all に変更されたものとなる。

【 0 0 6 8 】

これに対し音声フレームの場合には、図8に示すように、雑音最小値に調整値を加えた値は、最小値のスペクトル特性はそのまま帯域の最大値が帯域パワーの最低値と一致するように調整されることになる。

30

【 0 0 6 9 】

帯域別ゲイン $\text{gain}(m,k)$ は、帯域パワー $\text{channel_power}(m,k)$ と、雑音最小値 $\text{noise_min}(m,k)$ と、調整値とから次のように決定される。すなわち、帯域 k において、

$\text{tmp} = \text{channel_power}(m,k) - \text{noise_min}(m,k) - \text{md} - 1.625$

$\text{gain}(m,k) = \{\sqrt{1.4 + 0.49 * \text{tmp}^2} + 0.7 * \text{tmp} - 9.5\} * 2$

を $k=0, \dots, 15$ についてそれぞれ独立に求める。

なお、 $\text{Sp}=0$ のときは雑音であるので、上記の計算式に依らずすべての帯域でゲインを定数に、例えば $\text{gain}(m,k) = -20$ に設定してもよい。

40

【 0 0 7 0 】

そして、以上のように求められた帯域別ゲイン $\text{gain}(m,k)$ は、乗算器23において帯域ごとに変換係数に乘算され、これによりノイズキャンセルがなされる。

そして、このノイズキャンセルされた各帯域ごとの変換係数は、IFFT24において逆高速フーリエ変換されて時間軸上の信号フレームに戻されたのち、フレーム合成部25においてフレーム合成されて音声符号化回路16に供給される。

【 0 0 7 1 】

以上述べたようにこの実施形態によれば、雑音最小値推定回路29において各帯域の雑音パワーの最小値を求め、この雑音最小値のスペクトル形状を帯域別ゲイン決定部33による帯域別ゲインの決定に用いるようにしているため、例えば自動車の通過時のような雑音

50

スペクトルの短期的な変化に影響されず、音声スペクトルを歪ませにくいノイズキャンセル処理を実現することができる。

【 0 0 7 2 】

またこの実施形態によれば、有意値計算部 27 において、しきい値が「1」を越える連続する複数の帯域の帯域別差の重み付け加算値を求め、この重み付け加算値を音声重み計算部 28 における音声重みの計算、つまりそのフレームが音声フレームであるか雑音フレームであるか、さらにはその中間の過渡域フレームであるかの判定に供している。このため、ただ 1 つの帯域のみで帯域別差がしきい値「1」を越えた場合には、これは雑音と見なして排除することができ、これにより音声 / 雑音 / 過渡域の判定を正確に行って、ノイズキャンセル性能を高めることができる。

10

【 0 0 7 3 】

なお、この発明は上記実施形態に限定されるものではない。例えば、前記実施形態では T D M A 方式を採用したデジタル携帯電話装置を例にとって説明したが、C D M A 方式を採用したデジタル携帯電話装置にもこの発明は適用可能である。

【 0 0 7 4 】

その他、ノイズキャンセラ内の各機能部の処理手順と処理内容、及びこの処理を実現するための回路構成又は処理プログラム等についても、この発明の要旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施できる。

【 0 0 7 5 】

【発明の効果】

20

以上詳述したようにこの発明によれば、周波数帯域ごとにその帯域パワーと上記雑音パワー推定手段により推定された帯域別雑音パワーとの差を求めて、これらの帯域別差を所定のしきい値と比較し、周波数順に配列された各帯域別差のうち隣接する複数の帯域の帯域別差がしきい値を超えると判定された場合にのみこれらの帯域別差の総和を求め、この帯域別差の重み付け加算値に基づいて音声区間か雑音区間かを判定するようにしたことによって、突発的な雑音を音声として誤検出しないようにして音声 / 雑音区間の判定精度を高め、これにより例えば雑音を抑圧する場合に効果的な抑圧を可能にした信号処理装置及び通信装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】この発明に係わるノイズキャンセラを備えたデジタル携帯電話装置の一実施形態を示す回路ブロック図。

30

【図 2】この発明に係わるノイズキャンセラの一実施形態を示す機能ブロック図。

【図 3】図 2 に示したノイズキャンセラの有意値計算部における処理手順とその内容を示すフローチャート。

【図 4】図 2 に示したノイズキャンセラの音声重み計算部における処理手順とその内容を示すフローチャート。

【図 5】図 2 に示したノイズキャンセラの雑音最小値推定部における処理手順とその内容の前半部分を示すフローチャート。

【図 6】図 2 に示したノイズキャンセラの雑音最小値推定部における処理手順とその内容の後半部分を示すフローチャート。

40

【図 7】雑音区間における帯域パワーと雑音最小値及び調整後の雑音最小値との関係を示す図。

【図 8】音声区間における帯域パワーと雑音最小値及び調整後の雑音最小値との関係を示す図。

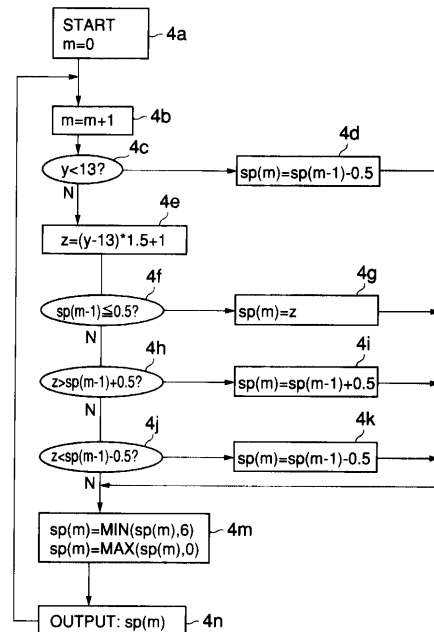
【図 9】従来のノイズキャンセラの構成の一例を示す図。

【符号の説明】

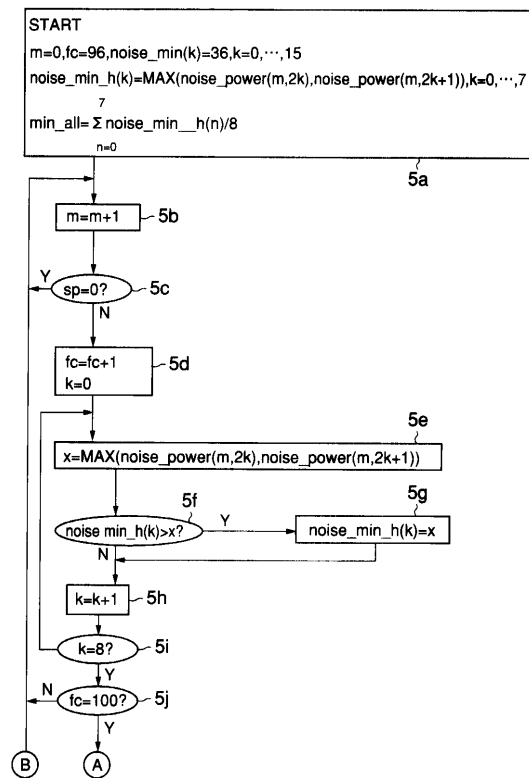
- 1 ... アンテナ
- 2 ... アンテナ共用器 (D U P)
- 3 ... 受信回路 (R X)
- 4 ... 周波数シンセサイザ (S Y N)

50

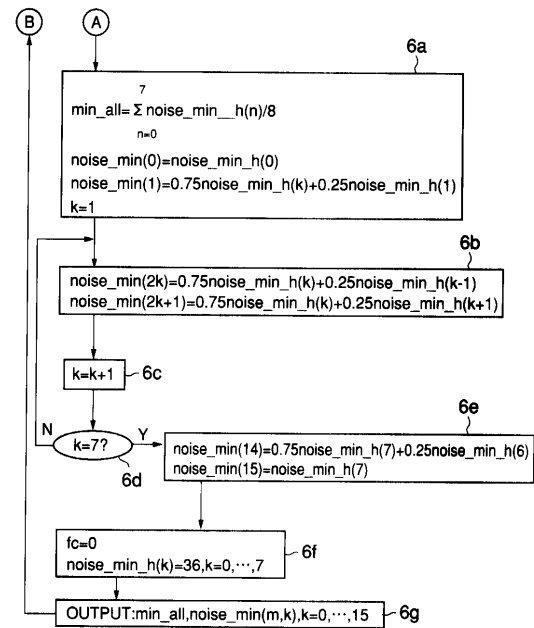
5 ...送信回路 (T X)	
6 ...デジタル復調器 (D E M)	
7 ...デジタル変調器 (M O D)	
8 ...時分割多元接続回路 (T D M A)	
9 ...誤り訂正符号復号回路 (C H - C O D)	
1 0 ...音声復号回路 (D E C)	
1 1 ... D / A 変換器	
1 2 ...スピーカ	
1 3 ...マイクロホン	
1 4 ... A / D 変換器	10
1 6 ...音声符号化回路 (C O D)	
1 7 ...ノイズキャンセラ	
1 8 ...制御回路	
1 9 ...操作パネル部	
2 1 ...フレーム分割部	
2 2 ...高速フーリエ変換部 (F F T)	
2 3 ...乗算部	
2 4 ...逆高速フーリエ変換部 (I F F T)	
2 5 ...フレーム合成部	
2 6 ...帯域パワー計算部	20
2 7 ...有意値計算部	
2 8 ...音声重み計算部	
2 9 ...雑音最小値推定部	
3 1 ...更新判定部	
3 2 ...雑音リーク積分値更新部	
3 3 ...帯域別ゲイン決定部	



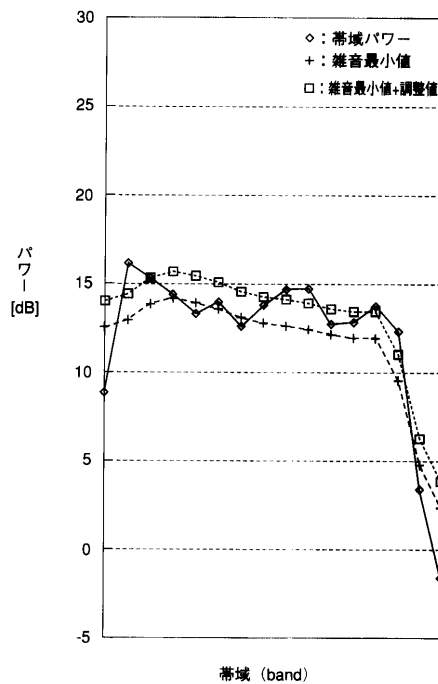
【図 5】



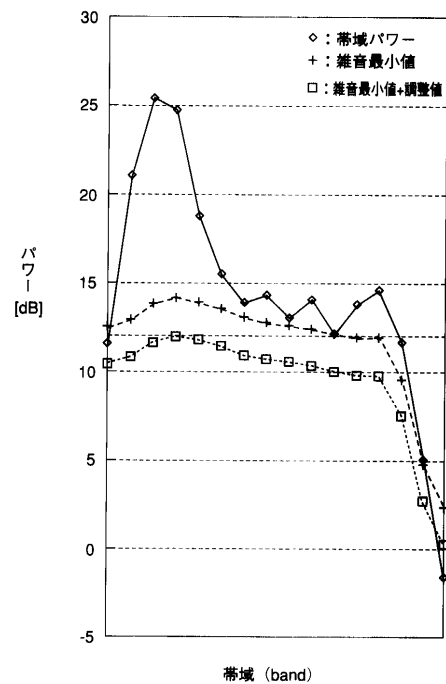
【図 6】



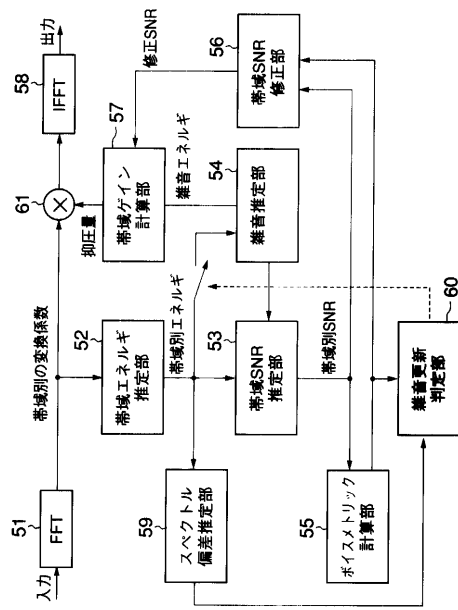
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

H 0 4 B 3/20

(72)発明者 塚原 由利子

神奈川県川崎市幸区柳町70番地 株式会社東芝柳町工場内

審査官 毛利 太郎

(56)参考文献 特表2003-526109(JP,A)

特表2001-510655(JP,A)

特表2000-507432(JP,A)

特開平06-266380(JP,A)

特開2000-082999(JP,A)

特開平10-171497(JP,A)

特開平10-161694(JP,A)

特開平09-258792(JP,A)

特開平09-204196(JP,A)

特表平02-500864(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)

G10L 21/00-21/06

G10L 11/00-11/06

H03H 17/00-17/08

H03H 21/00

H04B 3/00- 3/60