

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4398323号
(P4398323)

(45) 発行日 平成22年1月13日(2010. 1. 13)

(24) 登録日 平成21年10月30日(2009. 10. 30)

(51) Int.Cl.

F I

H O 4 W 88/02 (2009.01)

H O 4 Q 7/00 6 4 1

請求項の数 7 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2004-232026 (P2004-232026)	(73) 特許権者	000115267
(22) 出願日	平成16年8月9日(2004. 8. 9)		ユニデン株式会社
(65) 公開番号	特開2006-50476 (P2006-50476A)		東京都中央区八丁堀二丁目12番7号
(43) 公開日	平成18年2月16日(2006. 2. 16)	(74) 代理人	100079108
審査請求日	平成19年7月12日(2007. 7. 12)		弁理士 稲葉 良幸
		(74) 代理人	100080953
			弁理士 田中 克郎
		(74) 代理人	100093861
			弁理士 大賀 眞司
		(72) 発明者	真正 英児
			東京都中央区八丁堀二丁目12番7号 ユニデン株式会社内
		審査官	遠山 敬彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 デジタル無線通信装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

無線回線を介して受信したADPCM符号の符号誤りを検出する誤り検出器と、前記ADPCM符号を復号してPCM信号を生成するADPCM復号器と、前記誤り検出器によってADPCM符号に符号誤りがあると判定されてから予め定められた時間内に前記ADPCM復号器で求まる高速スケールファクタ、低速スケールファクタ、及び受信したADPCM符号のそれぞれが所定の閾値を越えた場合にクリックノイズが発生すると判定し、ADPCM符号を予め定められた所定の符号に置換する置換器とを備える、デジタル無線通信装置。

【請求項2】

請求項1に記載のデジタル無線通信装置であって、低速スケールファクタの閾値が予め複数設定されており、低速スケールファクタの閾値のそれぞれに対して、前記ADPCM符号の絶対値によって高速スケールファクタの閾値が複数設定されている、デジタル無線通信装置。

【請求項3】

請求項2に記載のデジタル無線通信装置であって、低速スケールファクタの閾値が高いほど高速スケールファクタの閾値も高く設定されている、デジタル無線通信装置。

【請求項4】

請求項2に記載のデジタル無線通信装置であって、ADPCM符号の絶対値が大きいほど高速スケールファクタの閾値が低く設定されている、デジタル無線通信装置。

10

20

【請求項 5】

無線回線を介して受信した A D P C M 符号の符号誤りを検出する誤り検出器と、前記 A D P C M 符号を復号して P C M 信号を生成する A D P C M 復号器と、前記誤り検出器によって A D P C M 符号に符号誤りがあると判定されてから予め定められた時間内に、受信入力周波数が予め設定された周波数よりも低い場合であって、かつ 1 サンプリング前の P C M 出力信号が最大レベルであって、次のサンプリング時に前記 A D P C M 復号器で求めた予測信号が前記 1 サンプリング前の P C M 出力信号を反転した符号である場合に前記予測信号を前記 1 サンプリング前の P C M 出力信号に置換する予測信号リミッタを備える、デジタル無線通信装置。

【請求項 6】

10

無線回線を介して受信した A D P C M 符号の符号誤りを検出する誤り検出器と、前記 A D P C M 符号を復号して P C M 信号を生成する A D P C M 復号器と、前記誤り検出器によって A D P C M 符号に符号誤りがあると判定されてから予め定められた時間内に、受信入力周波数が予め設定された周波数よりも高い場合であって、かつ 1 サンプリング前の P C M 出力信号が最大レベルであって、次のサンプリング時に前記 A D P C M 復号器で求めた予測信号が前記 1 サンプリング前の P C M 出力信号を反転した符号であり、かつ前記 A D P C M 復号器の 1 4 ビットの出力リミッタで制限されるレベルである場合に前記予測信号を前記 1 サンプリング前の P C M 出力信号に置換する予測信号リミッタを備える、デジタル無線通信装置。

【請求項 7】

20

請求項 5 又は請求項 6 に記載のデジタル無線通信装置であって、前記予測信号リミッタは前記 A D P C M 復号器で求まる極予測係数を用いて受信入力周波数が前記予め設定された周波数であるか否かを識別する、デジタル無線通信装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はデジタル無線通信装置に関し、特に、A D P C M 符号に符号誤りが生じても可能な限りミュート処理は行わずに通話距離を拡大するための改良技術に関する。

【背景技術】

30

【0002】

デジタルコードレス電話の音声符号化方式として、A D P C M (適応差分 P C M) 方式がよく用いられている。A D P C M 符号化方式では弱電界、フェージング、電波干渉等の影響を受けて音声データに符号誤りが生じると突発的に耳を突くようなクリックノイズが発生することがあり、音声品質を著しく劣化させてしまう性質がある。このような事情に鑑み、本出願人は特開平 1 4 - 0 0 6 8 9 0 号、特開平 1 4 - 0 0 6 8 9 1 号において、A D P C M 復号器の内部変数を監視することによって、クリックノイズの発生を予測し、A D P C M 符号のビットの誤り位置を推定して符号訂正を行う音声品質改善装置を提案した。

【0003】

40

図 1 2 は従来の音声品質改善装置の機能ブロック図である。巡回冗長検査 (Cyclic Redundancy Check) 等のフレームエラーチェックにより受信信号のエラー発生が検出されると、置換器 4 5 は判定時間調整部 4 4 により予め設定されたデータ区間において、A D P C M 符号 $I(k)$ の絶対値の短区間平均値 $d_{ms}(k)$ が所定の閾値を超えた場合にクリックノイズの発生を予測し、A D P C M 符号 $I(k)$ を A D P C M 符号 $I(k)$ の絶対値の短区間平均値の変化が最小となるような符号 $I'(k)$ に置換する。符号 $I(k)$ 又は $I'(k)$ は A D P C M 復号器 4 6 に入力されて P C M 信号 $s_o(k)$ に変換される。F [I] 変換器 4 1 は、図 1 3 に示す対応関係に従って、符号 $I(k)$ を符号 F [I (k)] に変換し、これを短区間平均値算出部 4 2 に出力する。短区間平均値算出部 4 2 では、 $d_{ms}(k) = (1 - 2^{-5}) d_{ms}(k-1) + 2^{-5} F [I(k)]$ の演算を行うことにより、d

50

$d_{ms}(k)$ を算出する。 $d_{ms}(k-1)$ は短区間平均値算出部42の出力 $d_{ms}(k)$ を遅延器43に通すことにより得られる。ここで、 $F[I(k)]$ の値は図13に示すように定義される。

【特許文献1】特開平14-006890号

【特許文献2】特開平14-006891号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかし、ADPCM符号は音声やトーンといった性質の違いや、周波数又はレベルの違いによって様々なパターンに変化するので、短区間平均値 $d_{ms}(k)$ だけを監視したのでは、クリックノイズを正確に予測することは困難である。そのため、意図的にクリックノイズと判定しやすい方向に閾値を下げ、ADPCM符号を'1111'に置換する処理を多用していた。

10

【0005】

デジタルコードレス電話の場合、通常、基地局となる親機が1基であるため、音声データに誤りが発生しても可能な限りミュート処理は行わず、子機との通話距離を拡大することが音声品質を改善するためにも重要である。

【0006】

そこで、本発明はこのような問題を解決し、ADPCM符号に符号誤りが生じても可能な限りミュート処理を行わずに通話距離を拡大できるデジタル無線通信装置を提案することを課題とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記の課題を解決するため、本発明のデジタル無線通信装置は、無線回線を介して受信したADPCM符号の符号誤りを検出する誤り検出器と、ADPCM符号を復号してPCM信号を生成するADPCM復号器と、誤り検出器によってADPCM符号に符号誤りがあると判定されてから予め定められた時間内にADPCM復号器で求まる高速スケールファクタ、低速スケールファクタ、及びADPCM符号のそれぞれが所定の閾値を越えた場合にクリックノイズが発生すると判定し、ADPCM符号を予め定められた所定の符号に置換する置換器とを備える。高速スケールファクタ、低速スケールファクタ、及びADPCM符号の値に基づいてクリックノイズの発生を予測し、ADPCM符号をクリックノイズが生じない符号に置換することで、出来るだけミュート処理をしないで通話距離の拡大を図ることができる。

30

【0008】

本発明のデジタル無線通信装置において、低速スケールファクタの閾値が予め複数設定されており、低速スケールファクタの閾値のそれぞれに対して、前記ADPCM符号の絶対値によって高速スケールファクタの閾値が複数設定されているのが望ましい。ADPCM符号は音声やトーンといった性質の違いや、周波数又はレベルの違いによって様々なパターンに変化するので、低速スケールファクタと高速スケールファクタのそれぞれについて閾値を複数設定することで、クリックノイズの発生を適切に予測できる。

40

【0009】

本発明のデジタル無線通信装置において、低速スケールファクタの閾値が高いほど高速スケールファクタの閾値も高く設定されているのが望ましい。低速スケールファクタは高速スケールファクタをローパス処理したものとして近似できるためである。

【0010】

本発明のデジタル無線通信装置において、ADPCM符号の絶対値が大きいほど高速スケールファクタの閾値が低く設定されているのが望ましい。ADPCM符号の絶対値が大きいほど高速スケールファクタの増加率も大きくなるので、クリックノイズの検出に効果的である。

【0011】

50

本発明のデジタル無線通信装置は、無線回線を介して受信したADPCM符号の符号誤りを検出する誤り検出器と、ADPCM符号を復号してPCM信号を生成するADPCM復号器と、誤り検出器によってADPCM符号に符号誤りがあると判定されてから予め定められた時間内に、受信入力周波数が予め設定された周波数（例えば1500Hz）よりも低い場合であって、かつ1サンプリング前のPCM出力信号が最大レベルであって、次のサンプリング時にADPCM復号器で求めた予測信号が1サンプリング前のPCM出力信号を反転した符号である場合に予測信号を1サンプリング前のPCM出力信号に置換する予測信号リミッタを備える。予測信号が符号反転しないように符号置換することで、ミュート処理を極力抑制できるので、通話距離を拡大できる。

【0012】

本発明のデジタル無線通信装置は、無線回線を介して受信したADPCM符号の符号誤りを検出する誤り検出器と、ADPCM符号を復号してPCM信号を生成するADPCM復号器と、誤り検出器によってADPCM符号に符号誤りがあると判定されてから予め定められた時間内に、受信入力周波数が予め設定された周波数（例えば1500Hz）よりも高い場合であって、かつ1サンプリング前のPCM出力信号が最大レベルであって、次のサンプリング時に求めた予測信号が1サンプリング前のPCM出力信号を反転した符号であり、かつADPCM復号器の14ビットの出力リミッタで制限されるレベルである場合に、ADPCM復号器の予測信号を前記1サンプリング前のPCM出力信号に置換する予測信号リミッタを備える。予測信号が符号反転しないように符号置換することで、ミュート処理を極力抑制できるので、通話距離を拡大できる。

【0013】

本発明のデジタル無線通信装置において、予測信号リミッタはADPCM復号器の極予測係数を用いて受信入力周波数が予め設定された周波数であるか否かを識別するように構成してもよい。

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、ADPCM符号に符号誤りが生じて、ミュート処理を極力抑制できるので、通話距離を拡大できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

図1は本実施形態のデジタル無線通信装置（例えば、コードレス電話等）30に搭載されるADPCM復号器10を中心としたシステム構成図である。ADPCM復号器10は適応逆量子化器11、適応予測器12、予測信号リミッタ13、再生信号算出部14、出力リミッタ15、遅延器16、量子化スケールファクタ適応部17、適応速度制御部18、及び検出器19を備えて構成されている。

【0016】

誤り検出器22は巡回冗長検査等により、受信ADPCM符号 $I(k)$ にフレームエラーを検出すると、フレームエラー検出信号を判定時間調整部20に出力する。判定時間調整部20はフレームエラーが検出された場合に、置換器21及び予測信号リミッタ13における内部処理の有効時間を調整するエラー検出信号を置換器21及び予測信号リミッタ13に出力する。この内部処理はクリックノイズの発生に伴うミュート処理を抑制するための符号置換処理である（詳細については後述する）。置換器21及び予測信号リミッタ13は判定時間調整部20からエラー検出信号を受信すると、所定のフレーム数について上述した内部処理を行う。

【0017】

置換器21は判定時間調整部20からエラー検出信号を受信すると、高速スケールファクタ $y_u(k)$ 、低速スケールファクタ $y_l(k)$ 、及びADPCM符号 $I(k)$ の値に基づいて、所定の条件が満たされた場合にADPCM符号 $I(k)$ を所定の符号 $I'(k)$ に置換する。ADPCM符号 $I(k)$ は送信側において予測信号と量子化PCM信号の差分信号 $d(k)$ が量子化された後に符号化されて伝送されたものである。即ち、送信側

の適応量子化器においては差分信号 $d(k)$ が 2 を底とする対数に変換され、次いでスケールファクタ $y(k)$ によって正規化される。このようにして得られた $\log_2(d(k)) - y(k)$ の値を量子化し、符号に置換することによって ADPCM 符号 $I(k)$ が生成される。

【0018】

適応逆量子化器 11 は ADPCM 符号 $I(k)$ (又は $I'(k)$)、及び量子化スケールファクタ $y(k)$ に基づいて量子化差分信号 $d_q(k)$ を生成し、量子化差分信号 $d_q(k)$ を適応予測器 12、再生信号算出部 14、及び検出部 19 に出力する。適応予測器 12 は量子化差分信号 $d_q(k)$ 、及び速度変数 $t_r(k)$ に基づいて予測信号 $s_e(k)$ 、極予測係数 $a_1(k)$ 、及び極予測係数 $a_2(k)$ を生成する。予測信号リミッタ 13 は極予測係数 $a_1(k)$ 、1 サンプリング前の PCM 信号 $s_o(k-1)$ 、及び予測信号 $s_e(k)$ の値に基づいて、所定の条件が満たされた場合に予測信号 $s_e(k)$ を所定の符号 $s_e'(k)$ に置換する。再生信号算出部 14 は量子化差分信号 $d_q(k)$ 、及び予測信号 $s_e(k)$ (又は $s_e'(k)$) に基づいて、再生信号 $s_r(k)$ を生成する。出力リミッタ 15 は 16 ビットの再生信号 $s_r(k)$ を 14 ビットの PCM 信号 $s_o(k)$ に圧縮する。遅延器 16 は PCM 信号 $s_o(k)$ の 1 サンプリング時間前の PCM 信号 $s_o(k-1)$ を予測信号リミッタ 13 に出力する。量子化スケールファクタ適応部 17 は ADPCM 符号 $I(k)$ (又は $I'(k)$)、及び適応速度制御変数 $a_1(k)$ に基づいてスケールファクタ $y(k)$ 、高速スケールファクタ $y_u(k)$ 、及び低速スケールファクタ $y_l(k)$ を生成する。スケールファクタ $y(k)$ 、高速スケールファクタ $y_u(k)$ 、及び低速スケールファクタ $y_l(k)$ は次式に示すようにして生成される。

【0019】

$$y(k) = a_1(k) \cdot y_u(k-1) + [1 - a_1(k)] \cdot y_l(k-1) \cdots (1)$$

$$y_u(k) = (1 - 2^{-5}) \cdot y(k) + 2^{-5} \cdot W[I(k)] \cdots (2)$$

$$y_l(k) = (1 - 2^{-6}) \cdot y_l(k) + 2^{-6} \cdot y_u(k) \cdots (3)$$

【0020】

尚、 $W[I(k)]$ の値は、図 2 に示すように定義される。高速スケールファクタ $y_u(k)$ は $I(k)$ が大きな変動を示すような信号 (例えば音声信号) に対応し、低速スケールファクタ $y_l(k)$ は $I(k)$ が小さな変動を示すような信号 (例えばトーン信号) に対応している。

【0021】

量子化スケールファクタ適応部 17 はスケールファクタ $y(k)$ を適応逆量子化器 11 に出力し、低速スケールファクタ $y_l(k)$ を検出器 19 に出力する。更に、量子化スケールファクタ適応部 17 は 1 サンプリング前の高速スケールファクタ $y_u(k-1)$ 、及び低速スケールファクタ $y_l(k-1)$ を置換器 21 に出力する。適応速度制御部 18 はスケールファクタ $y(k)$ 、ADPCM 符号 $I(k)$ (又は $I'(k)$)、速度変数 $t_r(k)$ 、制御変数 $t_d(k)$ に基づいて適応速度制御変数 $a_1(k)$ を生成する。トーン及び変化点の検出器 19 は極予測係数 $a_2(k)$ 、量子化差分信号 $d_q(k)$ 、及び低速スケールファクタ $y_l(k)$ に基づいて速度変数 $t_r(k)$ 、及び制御変数 $t_d(k)$ を生成する。

尚、上述の信号は全てサンプリングされたデジタル信号であり、各信号の括弧内の文字 k はサンプリング時刻を示す。

【0022】

図 3 は通常時とエラー発生時における $y_u(k)$ の各サンプリング時刻における挙動変化を示す比較グラフである。点線は誤り入力の無い通常の挙動を示しており、実線は意図的に誤り入力されたときの挙動を示している。ポイント 1 において $W[I(k)]$ の増加率が最も大きい符号 "0111" を誤りとして入力する ($I(k)$ を "0111" に置換する) と、その結果、ポイント 2 においてクリックノイズが発生し始めていることが確認できる。このことから、 $I(k)$ の符号誤りが生じた時点で必ずしもクリックノイズが発生するとは限らないことが解かる。更に、通常時の $y_u(k)$ の挙動を見ると、鋸形のような

に変動していることが確認できる。このことから、差分値の大きい $I(k)$ が入力される
 ときは、それまでに $W[I(k)]$ の変化量の小さい $I(k)$ が入力されており、 $y_u(k)$
 の値が小さくなっていることが解かる。 $I(k)$ の符号誤りが生じたポイント1では
 クリックノイズが発生せずに、暫らく経過したポイント2でクリックノイズが発生した理
 由としては、次のように推察できる。即ち、ポイント1では $I(k)$ は $W[I(k)]$ の
 差分値が大きくなる符号に置換されたが、そのときの $y_u(k)$ の値が十分に小さかった
 ため、クリックノイズは発生しなかった。ところが、ポイント2では $I(k)$ は符号誤り
 を生じなかったにも関わらず、そのときの $y_u(k)$ の値に対して $W[I(k)]$ の差分
 値の大きい $I(k)$ が入力されたために、クリックノイズが発生したと考えられる。以上
 の推論を踏まえれば、 $y_u(k)$ に予め閾値を設定しておき、エラー発生時に $y_u(k)$
 の値が閾値を超え、且つ $W[I(k)]$ の増加率が大きい $I(k)$ が入力されたときに $y_u(k)$
 の値が減少する方向に $I(k)$ の符号置換を行うことで、クリックノイズの発生
 を抑制できると考えられる。

10

【0023】

図4は1kHzのトーン信号と音声信号を入力したときの $y_u(k)$ の各サンプリング
 時刻における挙動変化を示す比較グラフである。図5は1kHzのトーン信号と音声信号
 を入力したときの $y_l(k)$ の各サンプリング時刻における挙動変化を示す比較グラフで
 ある。これらの図を比較すると、入力信号が音声信号の場合には、 $y_u(k)$ と $y_l(k)$
 のそれぞれの値は比較的大きく緩やかに変動するのに対し、入力信号がトーン信号の場
 合には、 $y_u(k)$ と $y_l(k)$ のそれぞれの値はある一定値付近で細かく振動するよう
 に変動する。この一定値は入力信号の周波数やレベルによって異なり、周波数が低く、レ
 ベルが低い程、値は小さくなる。また、 $y_l(k)$ の値は $y_u(k)$ にローパスフィルタ
 処理をした値に近似している。このように、入力信号の周波数やレベル等によって $y_u(k)$
 と $y_l(k)$ の変動が様々であるため、 $y_u(k)$ と $y_l(k)$ のそれぞれに1つの
 閾値を設ける構成としたのでは、クリックノイズの検出は困難である。

20

【0024】

そこで、本実施形態では $y_u(k)$ と $y_l(k)$ の2つのパラメタの組み合わせに対
 して閾値を複数設定する。具体的には、図6に示すように、 $y_l(k)$ について複数の閾
 値 y_{l1} , y_{l2} を設定する。 $y_u(k) > y_{l1}$ の場合(グループ1)には、図7に示
 すように、 $W[I(k)]$ の増加率が比較的大きくなる $I(k)$ の絶対値=7, 6, 5の
 それぞれに対して、 $y_u(k)$ の複数の閾値 y_{u1_7} , y_{u1_6} , y_{u1_5} を設定
 する。 $y_{l1} \leq y_u(k) \leq y_{l2}$ の場合(グループ2)には、 $W[I(k)]$ の増加率
 が比較的大きくなる $I(k)$ の絶対値=7, 6, 5のそれぞれに対して、 $y_u(k)$ の複
 数の閾値 y_{u2_7} , y_{u2_6} , y_{u2_5} を設定する。 $y_u(k) < y_{l2}$ の場合(
 グループ3)には、 $W[I(k)]$ の増加率が比較的大きくなる $I(k)$ の絶対値=7,
 6, 5のそれぞれに対して、 $y_u(k)$ の複数の閾値 y_{u3_7} , y_{u3_6} , y_{u3_5}
 を設定する。

30

【0025】

ここで、 $y_l(k)$ は $y_u(k)$ をローパスフィルタ処理したものとして近似できるた
 め、 $y_l(k)$ の値が大きいときは $y_u(k)$ の値も大きく、 $y_l(k)$ の値が小さいと
 きは $y_u(k)$ の値も小さいと考えてよい。各グループ間における $y_u(k)$ の閾値は一
 部重なり合う部分もあるが、大まかな傾向としては、グループ1における $y_u(k)$ の閾
 値はグループ2における $y_u(k)$ の閾値よりも大きく、グループ2における $y_u(k)$
 の閾値はグループ3における $y_u(k)$ の閾値よりも大きい。また、 $I(k)$ の絶対値=
 7, 6, 5の順に $W[I(k)]$ の増加率が小さくなるため、グループ1内における $y_u(k)$
 の閾値は、 $y_{u1_7} < y_{u1_6} < y_{u1_5}$ とし、グループ2内における $y_u(k)$
 の閾値は、 $y_{u2_7} < y_{u2_6} < y_{u2_5}$ とし、グループ3内における $y_u(k)$
 の閾値は、 $y_{u3_7} < y_{u3_6} < y_{u3_5}$ とする。但し、閾値の数や各グル
 ープ間の閾値の重なり具合等は適宜変更することも可能である。

40

【0026】

50

置換器 21 は $y_l(k)$ の値に応じて定められた $y_u(k)$ の閾値と $y_u(k-1)$ との大小関係が所定の条件を満たした場合に、 $I(k)$ を $I'(k)$ に置換する。 $I'(k)$ としては、"1111"以外の符号であって、 $W[I(k)]$ の増加率が低くなる符号が望ましく、例えば、絶対値が 1 又は 2 の符号、即ち、"0001"又は"0010"（負の場合は、それぞれ"1110"又は"1101"）が好適である。このように符号置換を行うことで、ミュート時間を極力無くすることができる。

【0027】

上述した符号置換の処理フローについて、図 8 及び図 9 を参照して説明する。この処理フローは置換器 21 の内部処理として実行される。置換器 21 は判定時間調整部 20 からエラー検出信号を受信すると (S1; YES)、 $y_l(k-1) > y_{l1}$ であるか否かを
10
チェックする (S2)。 $y_l(k-1) > y_{l1}$ であって (S2; YES)、 $I(k)$ の絶対値が 5 である場合には、 $y_u(k-1) > y_{u1_5}$ であるか否かをチェックする (S3)。 $y_u(k-1) > y_{u1_5}$ である場合には (S3; YES)、 $I(k)$ を $I'(k)$ に置換し (S6)、 $y_u(k-1) \leq y_{u1_5}$ である場合には (S3; NO)、処理フローを抜けて S1 に戻る。 $y_l(k-1) > y_{l1}$ であって (S2; YES)、 $I(k)$ の絶対値が 6 である場合には、 $y_u(k-1) > y_{u1_6}$ であるか否かをチェックする (S4)。 $y_u(k-1) > y_{u1_6}$ である場合には (S4; YES)、 $I(k)$ を $I'(k)$ に置換し (S6)、 $y_u(k-1) \leq y_{u1_6}$ である場合には (S4; NO)、処理フローを抜けて S1 に戻る。 $y_l(k-1) > y_{l1}$ であって (S2; YES)、 $I(k)$ の絶対値が 7 である場合には、 $y_u(k-1) > y_{u1_7}$ であるか否かを
20
チェックする (S5)。 $y_u(k-1) > y_{u1_7}$ である場合には (S5; YES)、 $I(k)$ を $I'(k)$ に置換し (S6)、 $y_u(k-1) \leq y_{u1_7}$ である場合には (S5; NO)、処理フローを抜けて S1 に戻る。

【0028】

$y_l(k-1) \leq y_{l1}$ である場合には (S2; NO)、 $y_l(k-1) > y_{l2}$ であるか否かをチェックする (S7)。 $y_l(k-1) > y_{l2}$ であって (S7; YES)、 $I(k)$ の絶対値が 5 である場合には、 $y_u(k-1) > y_{u2_5}$ であるか否かをチェックする (S8)。 $y_u(k-1) > y_{u2_5}$ である場合には (S8; YES)、 $I(k)$ を $I'(k)$ に置換し (S11)、 $y_u(k-1) \leq y_{u2_5}$ である場合には (S8; NO)、処理フローを抜けて S1 に戻る。 $y_l(k-1) > y_{l2}$ であって (S7; YES)、 $I(k)$ の絶対値が 6 である場合には、 $y_u(k-1) > y_{u2_6}$ であるか否かをチェックする (S9)。 $y_u(k-1) > y_{u2_6}$ である場合には (S9; YES)、 $I(k)$ を $I'(k)$ に置換し (S11)、 $y_u(k-1) \leq y_{u2_6}$ である場合には (S9; NO)、処理フローを抜けて S1 に戻る。 $y_l(k-1) > y_{l2}$ であって (S7; YES)、 $I(k)$ の絶対値が 7 である場合には、 $y_u(k-1) > y_{u2_7}$ であるか否かをチェックする (S10)。 $y_u(k-1) > y_{u2_7}$ である場合には (S10; YES)、 $I(k)$ を $I'(k)$ に置換し (S11)、 $y_u(k-1) \leq y_{u2_7}$ である場合には (S10; NO)、処理フローを抜けて S1 に戻る。

【0029】

$y_l(k-1) \leq y_{l2}$ であって (S7; NO)、 $I(k)$ の絶対値が 5 である場合には
40
は、 $y_u(k-1) > y_{u3_5}$ であるか否かをチェックする (S12)。 $y_u(k-1) > y_{u3_5}$ である場合には (S12; YES)、 $I(k)$ を $I'(k)$ に置換し (S15)、 $y_u(k-1) \leq y_{u3_5}$ である場合には (S12; NO)、処理フローを抜けて S1 に戻る。 $I(k)$ の絶対値が 6 である場合には、 $y_u(k-1) > y_{u3_6}$ であるか否かをチェックする (S13)。 $y_u(k-1) > y_{u3_6}$ である場合には (S13; YES)、 $I(k)$ を $I'(k)$ に置換し (S15)、 $y_u(k-1) \leq y_{u3_6}$ である場合には (S13; NO)、処理フローを抜けて S1 に戻る。 $I(k)$ の絶対値が 7 である場合には、 $y_u(k-1) > y_{u3_7}$ であるか否かをチェックする (S14)。 $y_u(k-1) > y_{u3_7}$ である場合には (S14; YES)、 $I(k)$ を $I'(k)$ に置換し (S15)、 $y_u(k-1) \leq y_{u3_7}$ である場合には (S14; NO)
50

、処理フローを抜けてS 1に戻る。

【0030】

次に、予測信号リミッタ13における予測信号 $s_e(k)$ の符号置換処理について説明する。再生信号 $s_r(k)$ は量子化差分信号 $d_q(k)$ と予測信号 $s_e(k)$ との和によって求められるが、クリックノイズは予測信号 $s_e(k)$ の符号反転によって引き起こされることが判明している。図10に示すように $s_e(k)$ は15ビットの2の補数表示で表される。0x3FFFは正の最大値であり、0は正の最小値である。0x7FFFは負の最大値であり、0x4000は負の最小値である。0x6000～0x1FFFFの範囲は出力リミッタ15によって制限される範囲である。 $s_e(k)$ に符号誤りが生じ、その後の入力信号との相関がとれなくなると、 $s_e(k)$ は正の最大値を超えて、オーバーフローを起こし、符号反転して負の値をとるようになる。通常、数百Hzオーダー～1500Hz未満の信号が最大レベルから1サンプリングで反転した符号に移行することは考えにくい。1サンプリング前のPCM信号 $s_o(k-1)$ が14ビット最大レベルとなり、且つ、 $s_e(k)$ が $s_o(k-1)$ を符号反転した値と同じである場合には、予測信号リミッタ13は $s_e(k)$ の値を $s_o(k-1)$ と同じ値に置換する。一方、1500Hz以上の周波数では1周期のサンプル数が少ないため、符号反転が起きただけでは実際のサンプル点との見分けが困難である。可聴帯域の信号が最大レベルから1サンプリングで反転した符号の最大レベルに移行することは考えにくいことから、1500Hz以上の高周波信号については、1サンプリング前の $s_o(k-1)$ が14ビット最大レベルであり、 $s_e(k)$ が $s_o(k-1)$ を符号反転した値と同じであり、且つ、 $s_e(k)$ の値が出力リミッタ15で制限される値(0x6000～0x1FFFFの範囲)である場合には、予測信号リミッタ13は $s_e(k)$ の値を $s_o(k-1)$ と同じ値に置換する。図11に示すように極予測係数 $a_1(k)$ は周波数に追従した特性を示すので、受信入力周波数を識別する手段として、 $a_1(k)$ の値を利用することで、受信入力周波数が1500Hz以上であるか否かを判定できる。

【0031】

本実施形態によれば受信したADPCM符号 $I(k)$ に符号誤りが生じた場合に、置換器21によって、 $I(k)$ を $W[I(k)]$ の増加率が低くなる $I'(k)$ に置換することで、ミュート処理を極力抑制できるので、通話距離を拡大できる効果がある。また、予測信号リミッタ13を新たに設けることで、ミュート処理を極力抑制できるので、通話距離を拡大できる。

【図面の簡単な説明】

【0032】

- 【図1】本実施形態のADPCM復号器の構成図である。
- 【図2】 $I(k)$ の絶対値と $W[I(k)]$ の対応関係を示す図である。
- 【図3】通常時とエラー発生時における $y_u(k)$ の比較グラフである。
- 【図4】 $y_u(k)$ の各サンプリング時刻におけるグラフである。
- 【図5】 $y_l(k)$ の各サンプリング時刻におけるグラフである。
- 【図6】 $y_l(k)$ の閾値の説明図である。
- 【図7】 $y_u(k)$ の閾値の説明図である。
- 【図8】符号置換の処理フローである。
- 【図9】符号置換の処理フローである。
- 【図10】予測信号 $s_e(k)$ の範囲を示す説明図である。
- 【図11】極予測係数 $a_1(k)$ の特性曲線である。
- 【図12】従来の音声品質改善装置の機能ブロック図である。
- 【図13】 $I(k)$ の絶対値と $F[I(k)]$ の対応関係を示す図である。

【符号の説明】

【0033】

10…ADPCM復号器 11…適応逆量子化器 12…適応予測器 13…予測信号リミッタ 14…再生信号算出部 15…出力リミッタ 16…遅延器 17…量子化スケ

10

20

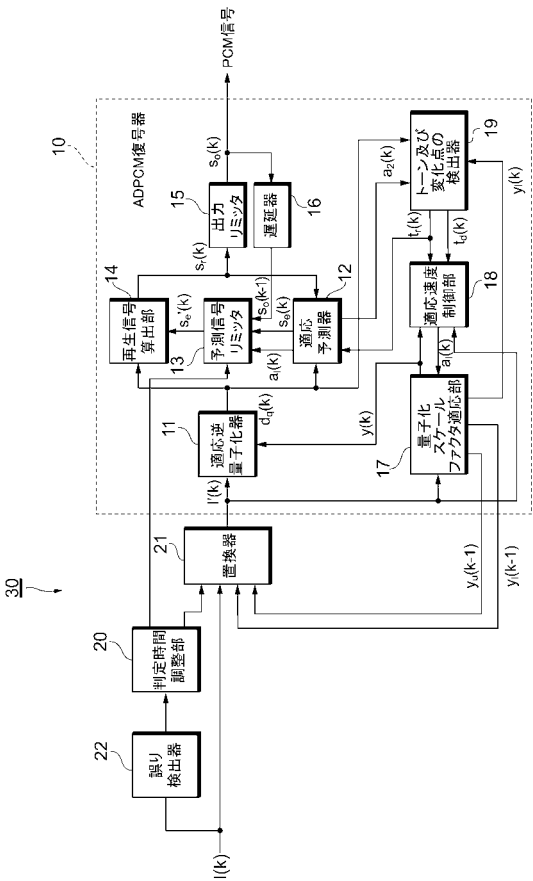
30

40

50

ールファクタ適応部 18…適応速度制御部 19…トーン及び変化点の検出器 20…
判定時間調整部 21…置換器 22…誤り検出器 30…デジタル無線通信装置

【図 1】

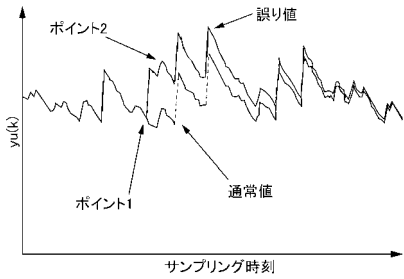


【図 2】

$ l(k) $	7	6	5	4	3	2	1	0
$W[l(k)]$	70.13	22.19	12.38	7.00	4.00	2.56	1.13	-0.75

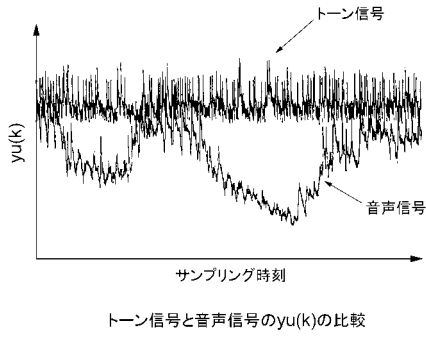
W[l(k)]の対応表

【図 3】

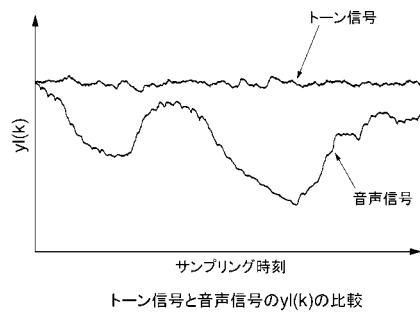


通常値とエラーを含んだyu(k)の比較

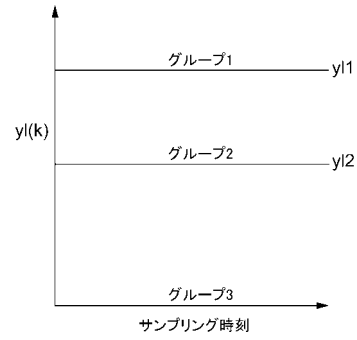
【図 4】



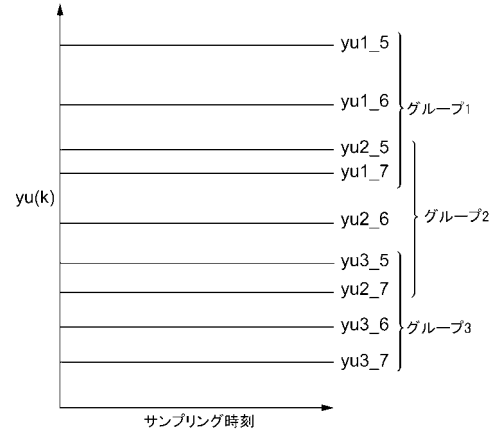
【図 5】



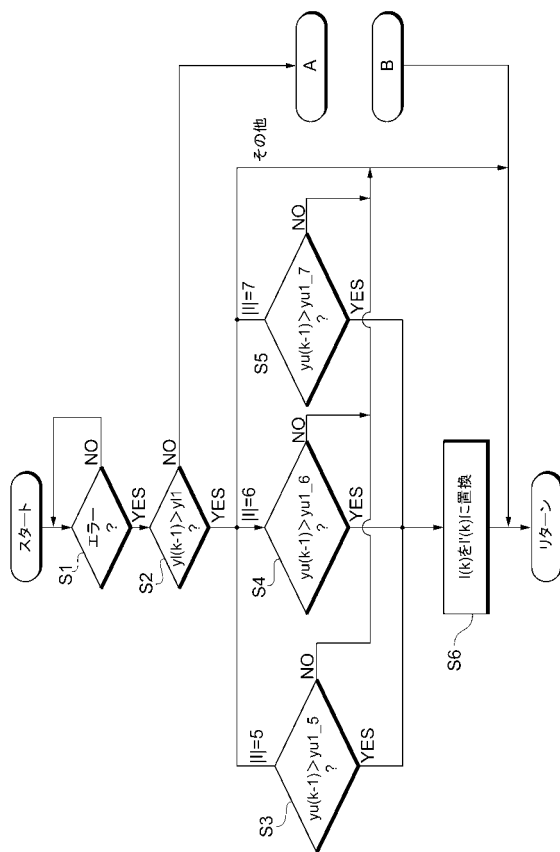
【図 6】



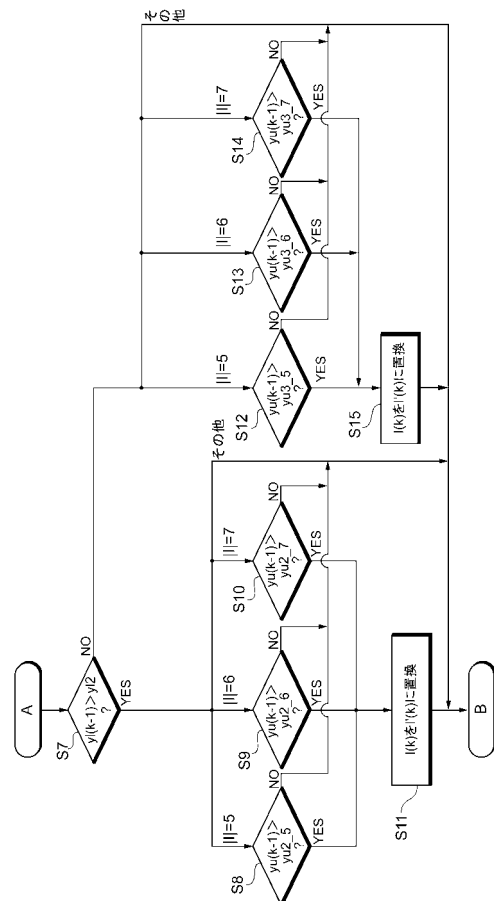
【図 7】



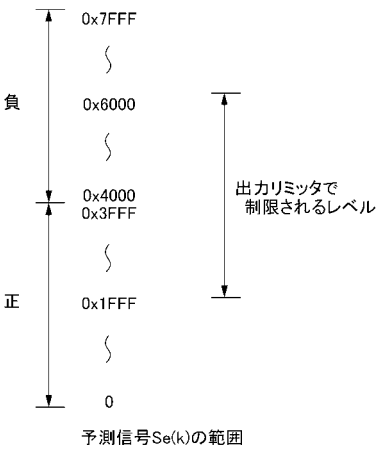
【図 8】



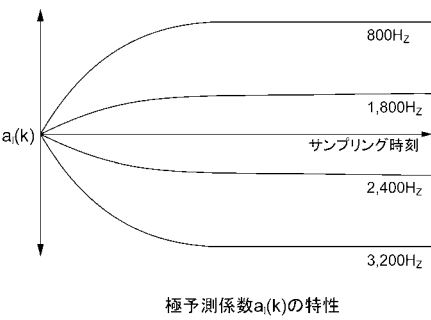
【図 9】



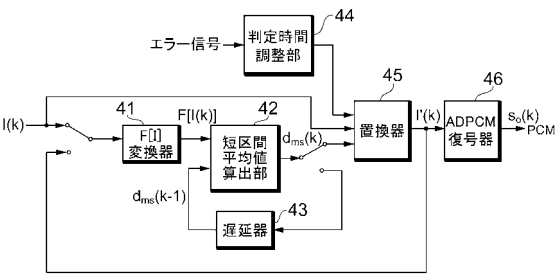
【図 1 0】



【図 1 1】



【図 1 2】



【図 1 3】

$ l(k) $	7	6	5	4	3	2	1	0
$F[l(k)]$	7	3	1	1	1	0	0	0

F[l(k)]の対応表

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平7-336312 (JP, A)

特開平8-37504 (JP, A)

ITU-T勧告集 Gシリーズ勧告集, 日本, 財団法人日本ITU協会, 1998年 5月 1日, p. 254-262

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04B 7/24 - 7/26

H04W 4/00 - 99/00